REVUE
DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE ET D'ENTOMOLOGIE AGRICOLE
DE
FRANCE

TOME XL - 1961

(Fondée en 1914 par L. MANGIN)

Bulletin trimestriel de la Société de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole de France
SIÈGE SOCIAL : INSTITUT PASTEUR
25, RUE DU DOCTEUR-ROUX, PARIS (XV^e)

OUVRAGE PUBLIÉ AVEC LE CONCOURS DU
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

LIBRAIRIE LE FRANÇOIS
91, BOULEVARD SAINT-GERMAIN — PARIS (VI^e)

SOMMAIRE

G. Remaudière & A. Davatchi : Un *Cryptomyzus* (*Hom. Aphidoidea*) nouveau de l'Iran, p. 3. — F. Heitor : Persistance de la virulence de bactéries entomopathogènes du groupe *thuringiensis*, p. 11. — F. Chaboussou : Action de divers insecticides et notamment de certains produits endothérapiques vis-à-vis d'*Aphelinus mali* hald. évoluant à l'intérieur du Puceron lanigère du Pommier : *Eriosoma lanigerum* hausm., p. 15. — J. C. Leonide : Note préliminaire sur *Ceracia mucronifera* rond. (*Dipt. Tachinidae*) parasite du Criquet égyptien (*Anacridium aegyptium* l.), en Provence, p. 29. — P. F. Galichet : Contribution à l'étude de la diapause chez *Diparopsis watersi* roths (*Lep. Agrotidae*), p. 41.

UN *CRYPTOMYZUS* (*HOM. APHIDOIDEA*) NOUVEAU DE L'IRAN

PAR

G. Remaudière et A. Davatchi

Cryptomyzus behboudii sp. n.

Femelle vivipare aptère (décrite d'après 21 individus).

Insecte vivant entièrement blanc, hérissé de longs poils gris. Tête à tubercules frontaux bien développés, tubercule médian aussi élevé que les tubercules latéraux. Antennes à premier article prolongé du côté interne par un processus dentiforme; deuxième article muni également d'une protubérance interne. Antennes plus longues que le corps (1,10 à 1,33 fois); les articles III, IV et V sont complètement soudés mais leur limite est toujours indiquée par un renflement; article IV plus court que III (0,66 à 0,91 fois) article V presque aussi long que III; article VI à processus terminalis très grand, 6 à 7,6 fois plus long que la base de VI et 1,9 à 2,5 fois plus grand que l'article III. Article III portant 0 ou 1 sensorium secondaire très petit, près de la base. Sensoria primaires des articles V et VI pourvus d'un rebord cilié.

Rostre grand, mesurant près de la moitié (0,39 à 0,47) de la longueur du corps et atteignant le niveau du 4e segment de l'abdomen. Article apical du rostre extrêmement long et étroit à bords droits et parallèles, 6,5 à 7,5 fois plus long que sa largeur basale et 2,7 à 3 fois plus grand que le second article des tarses postérieurs.

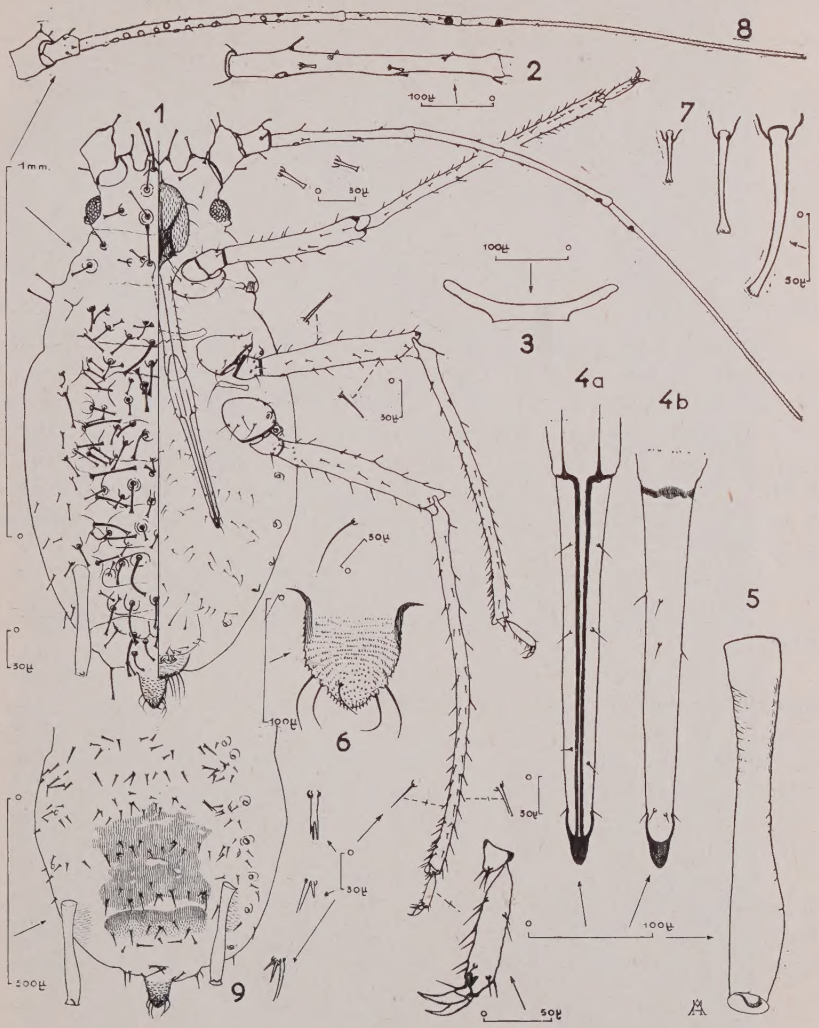
Cornicules un peu plus courtes que l'article III des antennes (0,75 à 1), à cuticule lisse, parfois légèrement plissée sur la moitié basale mais toujours dépourvue d'imbrications; les cornicules sont cylindriques sur la moitié ou les 3/5 basaux, renflées ensuite du côté interne puis rétrécies progressivement à l'apex qui porte une collerette bien marquée; le diamètre minimum de la cornicule est environ égal aux deux tiers du diamètre maximum et il est compris une dizaine de fois dans sa longueur. Queue courte, aussi longue que large à la base, à bords parallèles sur la moitié de sa longueur, obtuse à l'apex.

Stigmates à pore subcirculaire, plaque stigmatique bien développée; papilles marginales présentes seulement sur le pronotum juste derrière la soie marginale postérieure.

Chétotaxie: Soies dorsales épaisses, raides, dressées (leur diamètre dépasse parfois 10 μ) s'épanouissant à l'apex en une collerette circulaire dentelée dont le diamètre peut atteindre 15 μ. Leur longueur varie de 60 à 120 μ. Chaque soie est portée par socle tuberculiforme d'autant plus développé que la soie est plus grande. Tête ornée de 5 paires de grandes soies et d'une soie deux fois plus courte sur chaque tubercule frontal latéral. Pronotum portant deux paires de grandes soies marginales, une paire de grandes soies spinales et 1 ou 2 paires spinales supplémentaires; mésonotum orné de 2 ou 3 paires marginales et de 7 ou 8 paires spino-pleurales de longueur variable; métanotum et tergites I à IV de l'abdomen portant 2 ou 3 paires marginales et 3 à 5 paires spino-pleurales. Tergites V et VI avec 3 ou 4 paires de spino-pleurales et 1 ou 2 marginales. Tergite VIII avec 8 soies.

Queue portant 5 soies effilées. Gonapophyses munies chacune de 4 ou 5 soies. Plaque sous-génitale portant une douzaine de soies le long du bord postérieur et 4 à 6 soies plus longues sur la moitié antérieure. Soies ventrales, deux fois plus courtes que les plus longues soies dorsales, très fines et pointues. Soies antennaires courtes tronquées, celles de l'article III sont plus courtes que le diamètre basal de l'article. Article apical du rostre muni de 2 paires de soies antérieures, latéralement à la glissière et de 4 soies postérieures (non comprises les 3 paires apicales). Soies fémorales capitées ou seulement tronquées, fines; soies tibiales externes capitées, soies internes effilées. Premier article des tarses portant 3 soies.

Pigmentation, sclérification: Le corps et les appendices sont entièrement pâles, y compris les plaques anale, sous-génitale et stigmatiques. La cuticule dorsale est en partie sclérifiée; dans les préparations microscopiques, la pression de la lamelle sur la partie spino-pleurale entraîne un enfoncement de la partie discale et un rabattement vers l'intérieur des longues soies marginales; cette déformation se produit même lorsque la préparation est très épaisse; c'est pour cette raison que nous l'avons maintenue dans le dessin d'ensemble.



Cryptomyzus behboudii sp. n.

FIG. 1 à 7 : Femelle vivipare aptère; 1, ensemble face dorsale à gauche, face ventrale à droite; 2, article III de l'antenne; 3, furca mesosternale; 4, article apical du rostre (a) face antérieure (b) face postérieure; 5, cornicule; 6, queue; 7, soies dorsales.

FIG. 8 et 9 : Femelle vivipare ailée; 8, antenne; 9, face dorsale de l'abdomen.

(Dessins exécutés par Mme M. ARNAULT)

Mensurations de quelques individus (en mm) :

CORPS	ANTENNES	ARTICLES ANTENNAIRES III	IV	V	VI	ART. AP. ROSTRE	2° ART. TARSE III	CORNICULE	QUEUE
1,50	1,83	0,32	0,25	0,31	0,10 + 0,66	0,29	0,10	0,25	—
1,42	1,81	0,31	0,24	0,29	0,10 + 0,71	0,28	0,10	0,27	0,09
1,38	1,61	0,25	0,23	0,26	0,09 + 0,59	0,27	0,10	0,25	0,08
1,42	1,79	0,35	0,23	0,29	0,09 + 0,66	0,30	0,10	0,26	0,09
1,43	1,61	0,27	0,21	0,27	0,09 + 0,61	0,28	0,09	0,24	0,08
1,34	1,79	0,32	0,24	0,29	0,09 + 0,66	0,27	0,09	0,27	—
1,58	1,99	0,34	0,29	0,33	0,10 + 0,76	0,29	0,10	0,28	0,08
1,47	1,80	0,30	0,24	0,28	0,09 + 0,70	0,28	0,10	0,26	0,08
1,43	1,67	0,27	0,20	0,27	0,09 + 0,67	0,27	0,09	0,25	0,08
1,37	1,83	0,32	0,23	0,29	0,10 + 0,72	0,28	0,10	0,25	0,08

LARVE NÉONATE.

Antennes de 4 articles, presque aussi longues que le corps. Rostre atteignant le niveau du 6e segment de l'abdomen. Chétotaxie : Soies dorsales semblables à celles de l'adulte aptère, mesurant 50 à 65 μ; soies pleurales présentes du mésonotum jusqu'au tergite IV de l'abdomen; tergites VIII et IX avec 2 soies; sternite IX, 4 soies; articles I à III des antennes munis chacun de 3 soies; base de l'article IV avec 2 soies; premier article des tarses portant chacun 2 soies très espacées à la base.

Longueur du corps : 0,72 mm.

FEMELLE VIVIPARE AILÉE (décrite d'après un seul spécimen).

Très pâle comme l'aptère; tête, antennes et thorax très faiblement pigmentés. Ocelles latéraux portés sur un tubercule tronconique, assez élevé, plus fortement pigmenté que le reste du corps. Disque de l'abdomen occupé par un sclérite spinopleural faiblement pigmenté allant du tergite III au tergite V, à contours irréguliers et à perforations aux limites des segments; tergite VI libre, également pigmenté; sclérites marginaux complètement pâles.

Antennes : Article III des antennes muni de 10 à 11 grands sensoria assez fortement convexes, répartis sur toute la longueur de l'article; article IV portant 3 à 5 sensoria; article V dépourvu de sensoria secondaires; sensoria primaires des articles V et VI fortement

---

Légende de la planche

FIG. 1 : Vue sur le massif principal de Kuh e Déna (4 100 m) prise de Sisakht (Photo G. REMAUDIÈRE).

FIG. 2 : Vue prise à 3 600 m dans la chaîne principale du massif de Kuh e Déna montrant en arrière-plan les chaînes secondaires et les vallées intermédiaires. *Cryptomyzus behboudii* vit dans l'une de ces vallées sur les *Phlomis*. Au premier plan végétation d'*Astragalus*, *Cousinia*, *Acantholimon*, *Acanthophyllum* (Photo G. REMAUDIÈRE).

ciliés. Cornicules paraissant un peu plus renflées que chez l'aptère en raison du plus faible diamètre de la partie basale. Queue un peu plus étroite que celle de l'aptère; soies dorsales relativement courtes (20 à 30 μ), tronquées à l'apex, souvent réunies par 2 ou 3 sur un même socle basal ou encore incisées à l'apex qui prend un aspect bifide; socles des soies dorsales jamais portés par des tubercules. Papilles marginales présentes sur certains des tergites II à V de l'abdomen. Ailes normales à nervures rembrunies (surtout la cubitale et l'anale). Autres caractères semblables à la femelle vivipare aptère.

Mensurations d'un individu (en mm). — Longueur du corps : 1,36; antennes : 2,04 (III : 0,41; IV : 0,29; V : 0,29; VI : 0,10 + 0,77); article apical du rostre : 0,26; 2e article du tarse III : 0,10; cornicule : 0,25; queue : 0,08.

FEMELLE OVIPARE (décrite d'après 2 spécimens).

Très semblable à la femelle vivipare aptère mais cuticule dorsale non sclérifiée, soies dorsales un peu moins longues et portées par des tubercules individuels. Antennes portant 0 à 1 sensorium secondaire sur l'article III. Plaque sous-génitale munie de 16 à 18 soies dans sa moitié antérieure et d'une vingtaine de soies le long du bord postérieur. Tergite VIII portant 7 ou 8 paires de soies toutes amincies à l'apex, avec la paire médiane beaucoup plus longue que les autres. Tibias postérieurs faiblement renflés sur leur moitié basale qui est ornée d'une quarantaine de pseudosensoria circulaires à surface distinctement granuleuse.

MÂLE.

L'échantillon récolté contient une nymphe de mâle reconnaissable en raison des pièces génitales de l'adulte déjà visibles sous la cuticule de la larve. Le mâle est donc ailé; la distribution des sensoria antennaires n'est pas distincte sur l'unique spécimen disponible. La nymphe du mâle est très semblable à la femelle vivipare aptère; elle est hérissée de longues soies capitées dorsales.

POSITION SYSTÉMATIQUE.

L'ensemble des caractères de l'espèce décrite ici permet de la placer dans le genre *Cryptomyzus* OESTLUND 1922 (antennes bien plus longues que le corps, soies dorsales capitées chez l'aptère, premier article des tarses avec 3, 3, 3 soies...).

Cryptomyzus behboudii se distingue aisément de toutes les espèces du genre par l'extrême allongement de l'article apical du rostre, par le nombre très réduit de sensoria secondaires de l'aptère (0 à 1 au lieu de 3 à 23 chez les autres espèces) et de l'ailé (III avec 10-11 sensoria au lieu de 27-60, IV avec 3-5 sensoria au lieu de 6-35, V avec 0 sensoria au lieu de 0-13). Les aptères des autres *Cryptomyzus* ont en outre

des soies dorsales souvent plus courtes et toujours beaucoup plus fines que *C. behboudii* qui semble être une des plus petites espèces du genre.

Biologie-habitat.

C. behboudii vit à la face inférieure des feuilles de base de *Phlomis olivieri* BENTH (*Labiatae*). Ces feuilles sont revêtues d'un épais duvet dans lequel s'insinuent les Aphides. L'allongement de l'article apical du rostre paraît être en rapport avec le feutrage de poils qui revêt les feuilles. Nous avons mentionné une observation semblable à propos du genre *Macrosiphoniella* (REMAUDIÈRE, 1952, p. 236-237) : les espèces (*M. jankei* CB. et *M. helichrysi* REM.) inféodées aux *Helichrysum* (dont les feuilles et tiges sont couvertes d'une pilosité très dense) sont celles qui présentent le plus fort allongement de l'article apical du rostre.

La présence de femelles ovipares et d'une nymphe de mâle dans l'échantillon récolté, prouve que notre espèce est monoecique holocyclique.

Le genre *Cryptomyzus* dont plusieurs espèces (*C. ribis* L., *C. galeopsidis* KALT., *C. korschelti* CB.) ont pour hôtes primaires divers *Ribes* et pour hôtes secondaires diverses *Labiatae*, renferme en outre au moins une espèce (*C. alboapicalis* THEOB.) qui a perdu toute relation avec l'hôte primaire et qui forme ses sexués sur les *Lamium*.

Chez *C. alboapicalis* THEOB. les mâles sont aptères (chez les espèces migratrices au contraire, le mâle, qui naît sur l'hôte secondaire, est ailé) (*), ceci indiquerait que la perte de la partie du cycle réalisée antérieurement sur *Ribes*, est fort ancienne. Chez *C. behboudii*, le mâle est ailé ce qui semblerait indiquer une adaptation plus récente à la fermeture de l'holocycle sur l'hôte secondaire.

Cryptomyzus behboudii sp. n. a été découvert en Iran dans la province du Fars, dans une vallée de l'immense chaîne du Zagros près du massif Kuh e Déna, qui culmine à 4 100 m (à 200 km au nord de Chiraz). Les spécimens ont été capturés au lieu-dit Tchechmeh Chénar à 2 300 m d'altitude, le 11 septembre 1955.

Types et paratypes.

Type : une femelle vivipare aptère : Tchechmeh Chénar, Chiraz (Iran), 11 septembre 1955 (conservée à l'Institut Pasteur de Paris).

Paratypes : 22 femelles vivipares aptères, 5 larves néonates, 1 femelle vivipare ailée, 2 femelles ovipares et 1 nymphe mâle, trouvées en même temps que le type sur *Phlomis olivieri* BENTH (Collections des auteurs).

L'espèce est dédiée à notre collègue et ami BEHBOUDI, ancien chef du service de la Protection des plantes à Téhéran, en hommage

(*) Chez *C. ribis*, il existe à la fois des mâles aptères et des mâles ailés.

aux recherches qu'il a accomplies sur la végétation de l'Iran. M. BEHBOUDI fut en particulier avec le docteur E. ESFANDIARI l'animateur de la première mission botanique réalisée, il y a une dizaine d'années, dans le remarquable massif de Kuh e Déna où nous avons découvert l'Aphide décrit ici.

SUMMARY

The authors describe the viviparous (winged and apterous) and the sexual forms of a new species of the genus *Cryptomyzus* that lives on the *Labiatae : Phlomis olivieri* BENTH. in the Zagros mountains (Iran). The main characters of *Cryptomyzus behboudii* sp. n. are the very long apical rostrum segment (proportional to the felt structure of the under side of the host plant leaves) and the small number of secondary antennal rhinarii. The male isw inged; like *C. alboapicalis* THEOB. the Aphis fulfils his lifecycle on the same host without any migration.

BIBLIOGRAPHIE

HILLE RIS LAMBERS, D. — 1953. Contributions to a monograph of the *Aphididae* of Europe, part V. — *Temminckia*, **9**, 1-176, 10 fig., 6 pl. (*Cryptomyzus* : 82-114).

REMAUDIÈRE, G. — 1952. Contribution à l'étude des *Aphidoidea* de la faune française : description de quelques *Aphididae* nouveaux et addition à la liste des *Myzinae* et *Dactynotinae*. — *Rev. Path. vég., Ent. agr. Fr.*, **31** (4), 232-263, 5 pl.

REMAUDIÈRE, G. — 1953. Nutrition et variations du cycle évolutif des *Aphidoidea*. — *Rev. Path. vég., Ent. agr. Fr.*, **32** (3), 190-207.

(*Institut Pasteur, Paris*
et Faculté d'Agriculture, Karadj, Iran).

PERSISTANCE DE LA VIRULENCE DE BACTÉRIES ENTOMOPATHOGÈNES DU GROUPE *THURINGIENSIS*

PAR

F. Heitor

En agriculture un double intérêt s'attache à un groupe de *Bacillus cereus* caractérisé par la production d'inclusions cristallines toxiques.

D'un côté, les souches y appartenant, distinguées par la dénomination *thuringiensis*, sont depuis quelques années employées avec succès dans la lutte biologique contre les Lépidoptères nuisibles aux cultures.

D'un autre côté, depuis les travaux de Vago (1951), nous savons que l'une de ces souches (*alesti*) est responsable d'une « flacherie », maladie comptant parmi les plus graves des élevages de vers à soie en France.

En dehors de la haute toxicité et de la virulence élevée, l'importance de ces souches réside sans aucun doute, dans la résistance considérable de leurs spores et de leurs inclusions cristallines. Pour la lutte biologique, cette propriété permet le stockage de la matière infectieuse ainsi que sa persistance sur les végétaux après traitement.

Pour la flacherie, elle est responsable de l'établissement des « enzooties » durant de nombreuses années dans certaines magnaneries non ou mal désinfectées.

Il existe plusieurs données sur la persistance de ces germes et des cultures de *thuringiensis* sont maintenues depuis très longtemps par repiquages successifs. Toutefois, l'intérêt majeur aussi bien pour la lutte biologique que pour l'hygiène séricicole, consiste à connaître les extrêmes limites de conservation des spores non germées.

Des expériences à ce sujet ont été rendus possibles du fait que lorsque Vago a isolé la première fois l'agent pathogène de la flacherie des Cévennes (1950), il a déposé un certain nombre d'échantillons en vue d'éprouver précisément, au cours des années, la conservation de la matière infectieuse.

Revue de Pathologie végétale
et d'Entomologie agricole de France
t. XL — N° 1 — janvier-mars 1961

Il s'agit des échantillons suivants, conservés à l'abri de la lumière solaire dans des tubes à essais à une température variant entre 17 et 24 °C :

a) Cadavres de larves de *B. mori* infectées de *B. c. alesti*, desséchés et pulvérisés.

b) Cultures de *B. c. alesti* en eau peptonée, desséchées après forte sporulation.

c) Fragments de papier filtre imbibés de suspension de culture sporulée et desséchée.

d) Terre sableuse saturée de suspension de culture sporulée ensuite desséchée.

Nous avons effectué en 1960, sur ce matériel vieux de 10 ans, des tests en vue de connaître la virulence des inclusions toxiques (A) et la faculté de développement des spores (B).

A. En vue de tester la faculté de germination des spores, une fraction de chaque type de matériel conservé a été mise en suspension dans l'eau stérile. Avec ces suspensions, des milieux gélose nutritive bactériologique ont été ensemencés et incubés à 30 °C.

Au bout de 24 heures, on note sur la plupart des milieux le développement de colonies blanches légèrement brillantes d'aspect caractéristique au groupe *cereus*. Dans les autres cas, il était nécessaire de procéder à la séparation des colonies soit par dilutions successives, soit par l'épuisement sur plaques de milieux de la charge de l'ensemenceur afin de retrouver le type de colonies recherché. Dans la première culture nous avons souvent observé des formes atypiques de bacilles allongés type mycelien et une irrégularité dans la sporulation. Toutefois, la formation des cristaux a pu être notée dans tous les cas déjà dans la première culture et d'une façon régulière à partir de la seconde.

Les colonies reconnues par leurs caractéristiques bactériologiques et notamment par leur nature cristallophore comme pouvant appartenir au groupe de *thuringiensis* ont servi à la préparation de suspensions à raison de 1 000 000 de spores environ par millilitre d'eau stérile en partant de cultures sur gélose âgées de 12 jours.

Avec ces suspensions le chorion des œufs de *B. mori* a été infecté par trempage le 3e jour après la mise en incubation selon la technique employée couramment au laboratoire de Saint-Christol.

Une mortalité des larves néonates présente dans tous les lots et indiquée dans le tableau n° 1, atteste pour chaque échantillon une action pathogène à prédominance toxique caractéristique à l'effet de *thuringiensis alesti*.

TABLEAU I

Heures après éclosion :	MORTALITÉ EN % SELON ÉCHANTILLONS : a	b	c	d
24.....	23	17	15	27
48.....	88	71	81	94
72.....	91	80	83	94

Évolution de la mortalité dans 10 lots de 100 larves de *B. mori* néonates après infection des chorions avec suspension d'échantillons de *B. thuringiensis alesti* conservés pendant 10 ans.

B. Dans une deuxième série d'essais, nous avons recherché l'action directe des bactéries conservées. Nous avons surtout voulu nous rendre compte de la conservation de la toxine cristalline. Dans ce but, la suspension de chaque échantillon contenant environ 1 000 000 de spores par millilitre (évaluation très difficile à cause du substratum hétérogène) a été administrée à des larves de *B. mori* au 2e âge sur feuilles de mûrier. Après 6 heures de jeûne, les larves ont reçu un repas infectant suivi de repas normaux. Une mortalité commence dans l'ensemble des lots au bout de 6 à 12 heures suit une marche irrégulière et arrive au bout de 3 jours à 50-70 selon les lots. Le lot témoin n'a présenté pendant la même période aucune mortalité.

Les vers atteints ont tous montré les symptômes de crampes et de paralysie progressive. Ces caractéristiques ainsi que la mortalité relativement rapide et importante montrent la présence d'un effet toxique du type *thuringiensis*. Il est également à retenir à ce sujet que le début de mortalité s'est produit souvent en moins de 12 heures et que dans ces cas, l'intestin n'a présenté aucune pullulation microbienne. Ces deux symptômes font partie de ceux caractérisant la toxémie due à *alesti*. Rappelons que dans les mêmes suspensions la présence effective de *thuringiensis alesti* a été montrée par la voie des cultures.

De l'ensemble de ces expériences, nous retenons que dans les cadavres d'insectes et les cultures contenant des formes sporulées de *Bacillus thuringiensis alesti*, un effet pathogène se conserve au moins pendant 10 ans à la température moyenne de 20 °C à l'abri du soleil. Les principes actifs maintenus après cette longue conservation sont aussi bien les spores que les inclusions cristallines toxiques. Toutefois, la faculté de germination des spores semble avoir diminué dans une certaine mesure. Les conséquences de ces constatations résident dans la faculté d'une matière infectieuse contenant cette bactérie à déclencher, après une conservation prolongée, une toxémie

rapide sans passage préalable par des formes végétatives ainsi qu'une infection par germination de spores.

Ces faits sont à prendre en considération dans l'évaluation des épizooties à *thuringiensis*, surtout pour les souches *alesti* et *sotto*, dans les élevages de Lépidoptères. De même, ils constituent des éléments à retenir dans l'étude de la conservation des préparations insecticides à base de *thuringiensis* et dans celle de la remanence de l'effet des traitements en lutte biologique.

BIBLIOGRAPHIE

Biliotti, E. — 1956. Mise au point d'une méthode de lutte biologique utilisant des suspensions de spores de *Bacillus thuringiensis* berliner souche « Anduze ». — Symposium uber Insektenpathologie Darmstadt, *Entomophaga*, **1**, 95-98.

Grison, P. — 1956. Quelques aspects de la lutte microbiologique contre les insectes ravageurs de cultures. — *Ann. Epiphyties*, **4**, 543-562.

Martouret, D. — 1959. Applications diverses et normes d'utilisation de *Bacillus thuringiensis* souche « Anduze ». — Com. 2e Col. Path. Ins., *Entomophaga*, **4**, 211-220.

Steinhaus, E. A. — 1951. Possible use of *Bacillus thuringiensis* berliner as an aid in the biological control of the alfa caterpillar. — *Hilgardia*, **20**, 359-381.

Vago, C. — 1951. La flacherie endemique des Cévennes et ce qu'elle représente dans la sériciculture cévenole. — *C. R. Acad. Agric.*, **57**, 593-595.

Vankova, J. — 1958. Kultivierung von *Bacillus thuringiensis* im Versuchsbetriebsmasstab. — *Trans. I. Intern. Conf. Insect. Pathology and Biol. Control, Praha*, 59-64.

Vasiljevic, L. — 1957. Patogeno dejstvo nekih vrsta bakterija na dudovca (*Hyphantria cunea* drury). — *Posebna Izdanja*, **7**, 1-79.

(*Institut national de la Recherche agronomique, Laboratoire de Cytopathologie, Saint-Christol-les-Alès*).

ACTION DE DIVERS INSECTICIDES ET NOTAMMENT DE CERTAINS PRODUITS ENDOTHÉRAPIQUES VIS-A-VIS D'*APHELINUS MALI* HALD. ÉVOLUANT A L'INTÉRIEUR DU PUCERON LANIGÈRE DU POMMIER : *ERIOSOMA LANIGERUM* HAUSM.

PAR

F. CHABOUSSOU (*)

I. Introduction

Parmi les déséquilibres biologiques entraînés par les traitements insecticides, les pullulations du Puceron lanigère (*Eriosoma lanigerum* HAUSM.) constatées à la suite de certaines interventions contre le Carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.), notamment au moyen du D.D.T., constituent un cas fréquent dont les inconvénients ont été signalés à plusieurs reprises.

Jusqu'ici, ces multiplications de pucerons étaient expliquées, de façon classique, par la destruction de leurs ennemis naturels : prédateurs ou parasites. Or certains faits, chaque jour plus nombreux, ainsi que les résultats de notre propre expérimentation, nous donnent à penser que le déterminisme de ces proliférations pourrait ne pas résider simplement dans le seul anéantissement des insectes auxiliaires. Les pullulations de pucerons à la suite de traitements insecticides — et qui vont souvent de pair, avec celles des Tétranyques phytophages — paraissent, en effet, placées — en partie tout au moins — sous la dépendance de certaines modifications biochimiques de la Plante, elles-mêmes entraînées par l'action des produits, ainsi que nous l'avons déjà signalé par ailleurs.

Ceci dit, il serait néanmoins absurde de verser dans un dogmatisme à rebours qui voudrait tenir pour nul le rôle des prédateurs ou des parasites. Ces derniers seront en effet d'autant plus efficaces que les conditions nutritives offertes par l'hôte végétal seront moins favorables au phytophage. D'ailleurs, si l'on examine l'action de

(*) Collaborateur technique : P. RAMADIER.

REVUE DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE
ET D'ENTOMOLOGIE AGRICOLE DE FRANCE
T. XL — N° 1 — JANVIER-MARS 1961

l'*Aphelinus mali* dans le sud-ouest de la France, et en particulier dans le Bordelais, on constate qu'elle peut parfaitement aboutir à la destruction totale du Puceron lanigère, tout au moins sur les parties aériennes des arbres et à une époque de l'année relativement avancée. C'est ainsi qu'en 1957, dans un verger de pommiers « Belle de Boskoop » situé aux Esseintes, près de La Réole (Gironde), nous avons pu relever les contaminations suivantes :

— 25 juin	23 %	de pucerons parasités
— 29 juin	32 %	— —
— 11 juillet	75 %	— —
— 19 septembre.....	100 %	— —

Aucune observation n'a pu être conduite entre les deux dernières dates; toutefois, si l'on considère la progression du parasitisme précédemment enregistrée, il est vraisemblable que la destruction totale du Puceron est intervenue bien avant : soit approximativement fin juillet-début août. Précisons cependant, à nouveau, que cette destruction des pucerons par l'*Aphelinus* ne concernait que les individus localisés sur les rameaux et les tiges des pommiers, tandis que la présence d'un certain nombre de pucerons indemnes était notée au niveau du collet et au départ des grosses racines. Quoiqu'il en soit, ces chiffres permettent de saisir tout l'intérêt de l'*Aphelinus mali* en ce qui concerne la limitation du Puceron lanigère dans le sud-ouest de la France (*).

C'est la raison pour laquelle nous avons entrepris dès 1957, et surtout en 1958, divers essais au moyen d'un certain nombre d'insecticides, et notamment de produits endothérapiques, vis-à-vis du Puceron lanigère. Notre but était double : d'une part étudier leur efficacité contre le Puceron et établir, d'autre part, le degré de leur éventuelle inocuité vis-à-vis de l'*Aphelinus mali*, lorsqu'on les utilise en cours de végétation contre le Puceron lanigère. (Nous avons laissé de côté la question de l'incidence des traitements d'hiver qui a déjà été étudiée par ailleurs.)

II. Efficacité de divers produits contre le Puceron lanigère et observations préliminaires concernant leur action vis-à-vis d'*Aphelinus mali*.

Efficacité de différents produits vis-a-vis du Puceron lanigère.

a) *Dès* 1954, au cours d'essais conduits au moyen de produits endothérapiques, nous avons eu l'occasion de faire diverses consta-

(*) L'influence bénéfique de l'*Aphelinus* a également été signalée en Bretagne où pépiniéristes et arboriculteurs ont généralement été satisfaits des nouvelles introductions du chalcidien (cf. G. Cherblanc : L'*Aphelinus mali* en Bretagne. *Phytoma*, janvier 1954, p. 20.)

tations concernant l'efficacité de différents insecticides vis-à-vis d'*Eriosoma lanigerum*.

C'est ainsi que nous avons pu enregistrer une mortalité totale sur pucerons localisés sur jeunes rameaux avec le *déméton* (50 g PA/Hl), le *schradan* (150 g PA/Hl), et le mélange *pyrazoxon* (7,5 %) — *isolan* (2,5 %) (pour les deux, 25 g PA/Hl). Or, à plusieurs reprises, à la suite de ces divers traitements, nous avons observé la présence de nombreux pucerons troués, révélant l'existence de sorties d'*Aphelinus mali*, postérieures aux pulvérisations. Ces faits indiquaient par conséquent une relative inocuité de ces produits, vis-à-vis du Chalcidien évoluant dans les pucerons.

Des observations analogues ont également pu être conduites au cours des années suivantes et en particulier en 1956. Toutefois, c'est en 1957 et 1958 que nous avons eu l'occasion de conduire des essais systématiques de produits : d'une part, concernant la mortalité obtenue sur le Puceron lanigère, et d'autre part, au sujet de l'action des produits vis-à-vis de l'*Aphelinus mali*, à l'état de larve, évoluant à l'intérieur des pucerons.

b) *Essais* 1956.

Le 28 juin 1956, une première série d'essais a été conduite dans un verger constitué d'arbres en cordons de variété « Belle de Boskoop ».

Divers produits ont été essayés et notamment le *déméton* (25 g PA/Hl), le *déméton-méthylé* (50 g PA/Hl), le *thiométon* (20 g PA/Hl), l'*isolan* (6 g PA/Hl), l'*endrin* (25 g PA/Hl), l'*oléoparathion* (20 g PA/Hl), le *schradan* (50 g PA/Hl).

Aux doses essayées, seuls : le *déméton-méthylé*, le *déméton*, le *thiométon* ont entraîné une mortalité élevée du Puceron lanigère sur rameaux. Tous les autres produits n'ont montré qu'une action médiocre, sinon nulle.

C'est à l'occasion de ces essais, que nous avons pu constater qu'à la suite du traitement, l'évolution de l'*Aphelinus mali* paraissait s'être régulièrement poursuivie en partie dans les pucerons traités au moyen du *déméton-méthylé* et de l'*isolan* (ce dernier n'ayant toutefois pas été efficace à cette dose).

c) *Essais* 1957.

En 1957, 3 séries d'essais ont eu lieu en plein champ vis-à-vis du Puceron lanigère : 2 séries dans un premier verger à Monjous, à proximité de la Grande-Ferrade, abondamment envahi par le Puceron lanigère, et ayant eu lieu, respectivement les 18 juin et 9 juillet. La troisième série d'essais a été conduite le 25 juin, dans le même verger des Esseintes, où de précédents essais avaient déjà eu lieu au cours de l'année précédente.

Essais conduits dans le verger Monjous.

Nous donnerons brièvement, ci-dessous, produit par produit, les résultats globaux des essais qui ont été conduits très soigneusement, grâce à une abondante pulvérisation au moyen d'un appareil à dos « Pulvorex » donnant environ 5 à 6 kg de pression. On notait la présence d'abondantes colonies de pucerons lanigères sur jeunes rameaux et sur plaies de taille.

A la suite du premier traitement effectué le 18 juin, des observations ont été conduites les 20 juin, 22 juin, 24 juin, 3 juillet, 16 juillet et enfin le 9 septembre, afin de contrôler les éventuelles recontaminations.

Le *déméton-méthylé* (50 g PA/Hl) et le *thiométon* (20 g PA/Hl) ont confirmé leur excellente efficacité assurant une totale destruction du Puceron lanigère évoluant sur rameaux.

L'*isolan*, utilisé à la dose double de 12 g PA/Hl, a également donné une efficacité, du même ordre que les deux précédents produits.

Par ailleurs, le *parathion-méthylé*, produit de contact, a également assuré un nettoyage des arbres, analogue à celui obtenu au moyen des produits endothérapiques.

Enfin, la *phosdrine* essayée pour la première fois à la dose de 48 g PA/Hl a donné également 100 % de mortalité sur jeunes rameaux.

Par contre, l'*oléoparathion* (20 g PA/Hl), l'*endrin* (50 g PA/Hl), le *thiodan* (40 g PA/Hl) se sont montrés médiocres, avec réinfestations abondantes 8 à 10 jours après le traitement.

Deuxième série d'essais conduits le 9 juillet: confirmation de l'efficacité du *déméton-méthylé* (50 g PA/Hl), de la *phosdrine* (48 g PA/Hl), et de l'*isolan* (12 g PA/Hl).

Enfin, *la troisième série d'essais* a confirmé qu'il était nécessaire, en ce qui concerne l'*isolan*, d'employer la dose de 12 g PA/Hl pour assurer une mortalité totale sur jeunes rameaux. A la dose de 6 g PA/Hl en effet, les colonies se reconstituent au bout de 3 jours seulement. Par contre, la *phosdrine* s'est révélée efficace à 36 g de produit actif par hectolitre. D'autre part, les essais conduits aux Esseintes, près La Réole, le 25 juin ont, d'une façon générale, confirmé les résultats acquis au cours de ces précédentes séries d'essais. Dans ce dernier cas, les traitements ont été conduits au moyen d'un motopulvérisateur fournissant 10 à 12 kg de pression; environ 50 à 60 l de bouillie ont été employés sur les lignes de cordons de 110 m environ, traités sur les 2 faces.

Les résultats ont été contrôlés par 2 séries d'observations, les 10 juillet et 19 septembre.

Ces essais ont confirmé l'excellente efficacité (toujours sur jeunes rameaux), du *déméton-méthylé* (50 g PA/Hl), de la *phosdrine* (30 g PA/Hl), du *thiométon* (2p g PA/Hl), et de l'*isolan* à (12 g PA/Hl).

De même la médiocrité de l'*oléoparathion* à 22 g PA/Hl et de l'*endothion* à 50 g PA/Hl était également confirmée.

Nous devons bien souligner que ces résultats concernent uniquement les pucerons évoluant aux dépens des parties aériennes des arbres et particulièrement sur rameaux verts de faible diamètre. En effet, même avec les produits les plus efficaces, il subsiste toujours un certain nombre de pucerons, d'une part : sur branches charpentières et sur tumeurs, et d'autre part au niveau du collet et au départ des grosses racines. Or, c'est précisément sur ces reliquats de colonies qui, quoiqu'on puisse faire, échappent toujours à l'action du traitement, que peut utilement s'exercer l'action de l'*Aphelinus mali*. Aussi, en dehors des observations fragmentaires effectuées à l'occasion de ces divers essais aphicides, avons-nous conduit, dès 1957, des essais systématiques pour déterminer le degré d'éventuelle inocuité des produits vis-à-vis du Chalcidien.

III. Essais de laboratoire au moyen de divers produits vis-à-vis de Pucerons lanigères parasités par l'*Aphelinus mali*.

1° Essais 1957.

Une seule série a été effectuée cette année-là, en traitant au moyen d'un pulvérisateur à main, des rameaux envahis par le Puceron lanigère et manifestement parasités par l'*Aphelinus* (un certain nombre de pucerons déjà percés révélaient la sortie de Chalcidiens). Chaque traitement s'est exercé sur des colonies comportant 110 à 160 pucerons environ. Après pulvérisation, les branchettes, mises à tremper dans des vases remplis d'eau, étaient enfermées dans des manchons de gaze, où l'on recueillait les *Aphelinus* au fur et à mesure de leur sortie.

Le traitement ayant été effectué le 26 juin, les récoltes ont été opérées les 28 juin, 1er juillet et 3 juillet.

La figure 1 donne les courbes cumulatives des pourcentages des sorties d'*Aphelinus*, l'origine de ces courbes indiquant les pourcentages de pucerons troués au moment du traitement. On peut ainsi constater l'identité d'allure des courbes concernant les sorties d'*Aphelinus* sur les pucerons-témoins, les pucerons traités au moyen de l'*isolan* (12 g PA/Hl) d'une part, et de l'*endothion* (50 g PA/Hl) d'autre part. Bref, ces deux produits se sont montrés les moins nocifs vis-à-vis du parasite.

D'autre part : si nous voulons serrer la réalité de plus près et chiffrer la nocivité des produits vis-à-vis de l'*Aphelinus mali*, on peut concevoir l'établissement d'un *coefficient de nocuité* qui tiendrait compte du pourcentage de contamination des pucerons (individus troués) au moment du traitement. En désignant par % F et % D., les pourcentages de pucerons troués par les sorties d'*Aphelinus* à la fin de

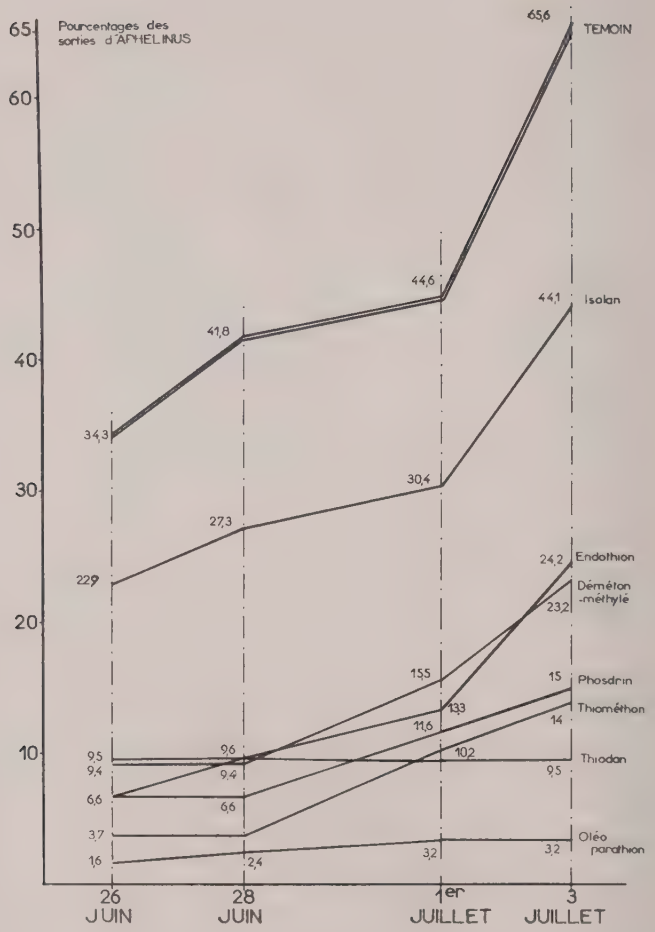


FIG. 1 : *Expérience n°* 1. — Pourcentages des sorties d'*Aphelinus mali* par rapport aux nombres des Pucerons lanigères traités ou témoins. Les chiffres du 26 juin, date du traitement, indiquent les pourcentages de Pucerons troués, et révélent les sorties d'*Aphelinus* déjà opérées.

l'essai et au moment du traitement (départ de l'essai), nous proposons comme coefficient de nocuité N*p* d'un produit P, le rapport :

$$Np = \frac{\%\ (F. - \%\ D.)\ \text{sur pucerons témoins} - (\%\ F. - \%\ D.)\ \text{sur pucerons traités par P}}{(\%\ F. - \%\ D.)\ \text{sur pucerons témoins}} \times 100$$

On obtient ainsi pour les différents produits testés dans ce premier essai, les coefficients suivants :

— Isolan.....	32,2	— Phosdrine.....	73,1
— Endothion.....	43,7	— Oléoparathion	94,8
— Déméton-méthylé ...	55,9	— Thiodan	100
— Thiométon	67		

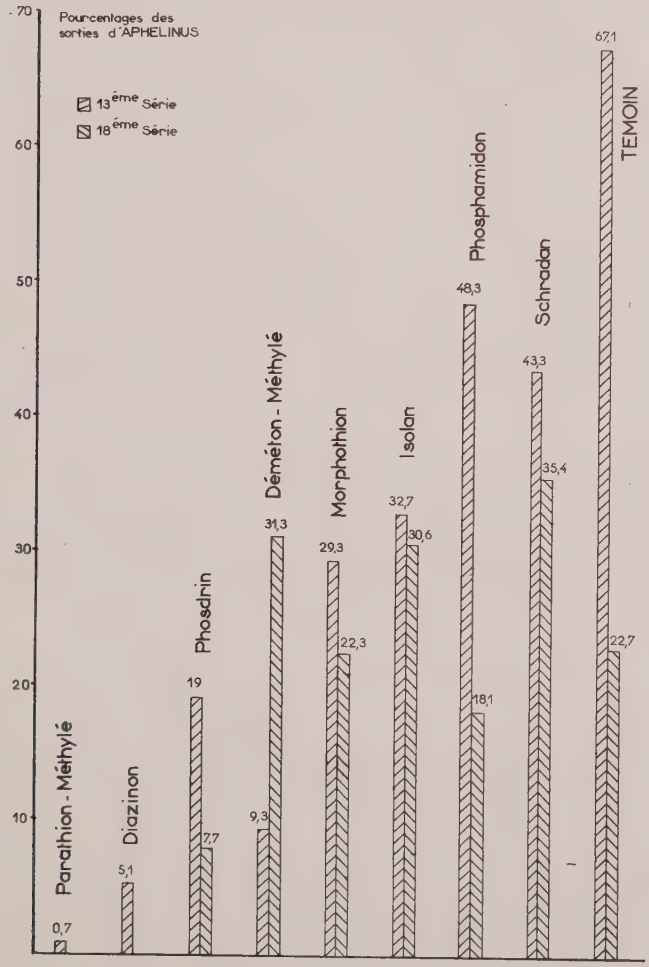


FIG. 2 : Pourcentages *totaux* des *Aphelinus* sortis après traitement au cours des 13e et 18e séries d'essais, et groupant, à la fois, les individus morts peu après la sortie, aussi bien que ceux s'étant maintenus vivants quelques jours après.

2° Expérimentation 1958.

Suivant le même processus qu'en 1957 : c'est-à-dire en traitant, par pulvérisation abondante, à l'aide d'un petit appareil à main, des rameaux de pommiers abondamment garnis de pucerons lanigères parasités par l'*Aphelinus*, nous avons conduit deux séries d'essais (13e et 18e).

La figure 2 donne pour les 2 séries d'essais, les pourcentages *totaux* d'*Aphelinus* sortis, et comprenant aussi bien les individus morts peu

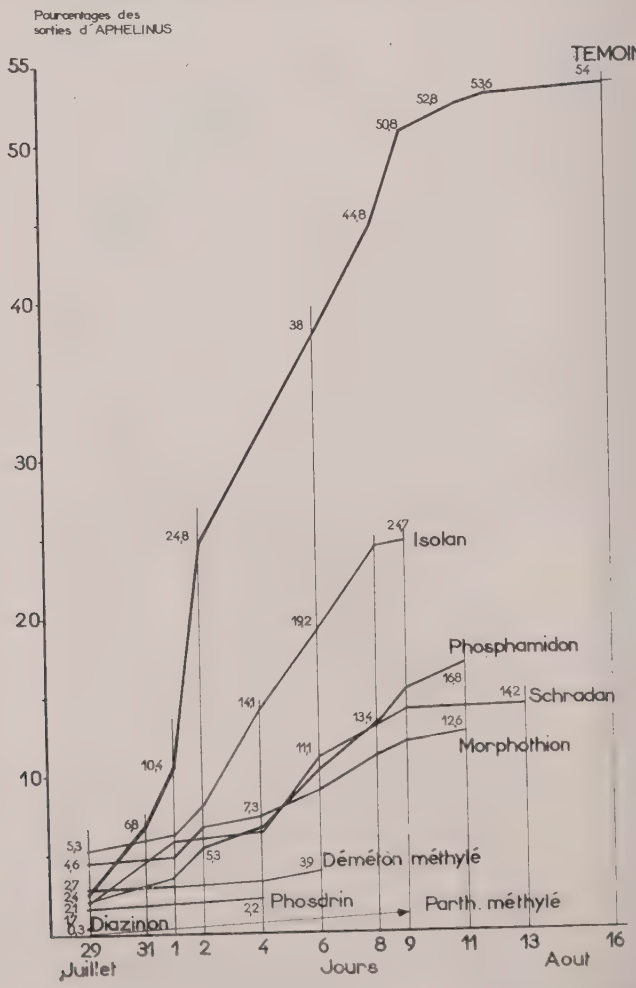


Fig. 3 : 13e *série d'essais.* - Pourcentages des sorties d'*Aphelinus* demeurés vivants après la sortie, par rapport aux Pucerons traités.

après la sortie, que ceux s'étant maintenus vivants pendant quelques jours. Nous avons cru remarquer, en effet, qu'avec certains produits plus particulièrement persistants et toxiques, les *Aphelinus* pouvaient se contaminer par contact, au moment de leur sortie du Puceron, et mourir peu après.

C'est pourquoi avons-nous cru bon de donner, par les figures 3 et 4, les courbes exprimant les pourcentages de sorties des *Aphelinus*

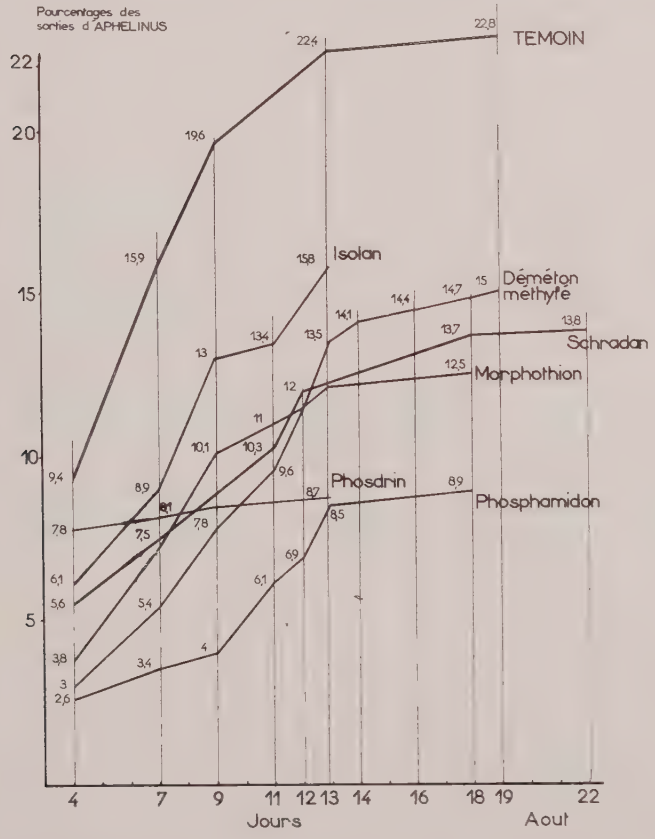


FIG. 4 : 18e *série d'essais.* — Pourcentages des sorties d'*Aphelinus* demeurés vivants après la sortie, par rapport aux Pucerons traités.

s'étant maintenus vivants, les points d'origine étant également, dans ces 2 cas, les pourcentages de pucerons troués au moment du traitement.

D'autre part, si nous utilisons la formule définie plus haut concernant le coefficient de nocuité Np, nous obtenons, pour les différents

produits et pour les 2 séries d'essais, les chiffres figurant dans le tableau ci-dessous :

TABLEAU I

Coefficients de nocuité vis-à-vis de l'*Aphelinus mali* de divers produits endothérapiques

PRODUITS	DOSES PA/Hl	13e SÉRIE	18e SÉRIE	MOYENNE
Isolan	13 g	53,3	27,6	40,4
Déméton-méthylé	50 g	97,1	10,4	53,7
Schradan	150 g	71,4	38,8	55,1
Morphothion	20 g	80,8	35,0	87,9
Phosdrine	36 g	98,8	93,3	96
Diazinon	20 g	100	»	
Parathion-méthylé	40 g	100	»	

Ces essais confirment donc l'extrême nocivité des produits de contact tels que le *diazinon* et le *parathion méthylé* qui détruisent la totalité des *Aphelinus* évoluant à l'intérieur des pucerons. Comme le montre la figure 2, on a bien enregistré quelques rares sorties d'*Aphelinus* avec le *parathion-méthylé* et surtout le *diazinon*, mais il s'est agi, dans chacun de ces 2 cas, d'*individus qui sont morts peu après leur éclosion* et donc vraisemblablement contaminés à ce moment-là.

En ce qui concerne le classement des produits endothérapiques, les deux extrêmes se sont toujours montrés les mêmes : soit l'*isolan* pour la moindre nocivité et la *phosdrine* pour le produit le plus toxique vis-à-vis de l'*Aphelinus*.

Quant aux produits de nocivité intermédiaire : *déméton-méthylé*, *schradan*, *morphothion*, *phosphamidon*, les coefficients moyens obtenus au cours de nos 2 séries d'essais ne permettent pas de les classer de façon significative : ils présentent vraisemblablement, à peu de chose près, le même degré de nocivité vis-à-vis de l'*Aphelinus*.

Nous mentionnerons, pour terminer, une troisième série d'essais conduite le 3 juillet 1958 en laboratoire sur un petit nombre de pucerons, mais qui présentaient cette particularité d'être visiblement parasités dans une importante proportion au moment du traitement. (On sait en effet qu'à un certain stade d'évolution de l'*Aphelinus*, les pucerons parasités perdent leur laine, devenant noirs et gonflés). Le tableau II exprime les pourcentages de sorties des *Aphelinus par*

TABLEAU II

PRODUITS	DOSE PA/Hl	PUCERONS VISIBLEMENT PARASITÉS	*Aphelinus* SORTIS	POURCENTAGE DE SORTIES D'*Aphelinus*
TÉMOIN	50 g	50	44	88
Phosphamidon	20 g	16	15	93
Isolan	12 g	52	37	71
Déméton-méthylé	50 g	56	38	67
Phosdrine	30 g	18	0	0

rapport aux nombres des pucerons visiblement parasités au moment de l'essai. Bref, il s'agissait donc là de l'*influence des produits sur des Aphelinus en état d'évolution avancée* au moment du traitement.

IV. Conclusions générales

1° Nos essais confirment l'extrême nocivité des différents insecticides de contact essayés, vis-à-vis de l'*Aphelinus mali* évoluant à l'intérieur du Puceron lanigère et notamment des produits suivants :

— *Parathion-éthylé, parathion-méthylé, oléoparathion, diazinon, thiodan.*

2° Notre expérimentation établit, d'autre part, la relative inocuité de différents produits endothérapiques : le moins toxique de tous étant l'*isolan*, même à la dose de 12 g PA/Hl qui s'avère nécessaire pour la destruction du Puceron lanigère.

— Nos essais ne nous ont pas permis de classer les autres produits endothérapiques : tels que le *déméton-méthylé*, le *schradan*, le *morphothion*, le *phosphamidon* qui paraissent présenter un degré de nocivité analogue, leur coefficient de nocuité tel que nous l'avons défini au cours de cette étude, variant entre 53 et 58.

3° Aux doses essayées, la *phosdrine* s'est montrée le plus toxique de tous les produits endothérapiques vis-à-vis de l'*Aphelinus*. Toutefois, ces résultats paraissent surtout valables pour les essais de laboratoire : d'après certaines de nos constatations, en effet, il semble qu'en plein champ, la nocivité de ce produit soit beaucoup moindre. C'est ainsi qu'à l'occasion d'essais conduits en verger et sur des échantillons prélevés après traitement, nous avons pu faire les relevés suivants :

PRODUITS OU TÉMOIN	PUCERONS VISIBLEMENT PARASITÉS AU MOMENT DU TRAITEMENT	*Aphelinus* SORTIS	POURCENTAGE DE SORTIES
Témoin	50	44	88
Phosdrine (36 g PA/Hl)	37	26	70
Phosphamidon (20 g PA/Hl)	100	45	45

Il est donc possible que, dans les conditions de plein champ, les produits endothérapiques à faible action de vapeur et de contact comme l'*isolan* et le *déméton-méthylé* soient, de même que la *phosdrine*, encore moins toxiques vis-à-vis de l'*Aphelinus* qu'au cours des essais de laboratoire.

Nous devons faire observer, par ailleurs, qu'en ce qui concerne l'intérêt des produits endothérapiques dans la lutte contre *Eriosoma lanigerum* aussi bien que contre les pucerons en général, entre également en jeu un autre facteur : celui de la relative inocuité de certains de ces produits vis-à-vis des autres insectes auxiliaires et tout particulièrement des prédateurs.

SUMMARY

In field experiments carried out with various insecticides on wooly Aphid control, the author found that some systemic insecticides tended to permit the development of *Aphelinus mali* in wooly Aphid.

Consequently, he established a coefficient of toxicity of the insecticides based on the rate of emergence of *Chalcidae*. In laboratory experiments, the author proved the relative innocuity of some systemic insecticides against *Aphelinus mali*.

The range of insecticides according to their decreasing innocuity would be as follows : *isolan* (12 g active ingredient/100 l), *methyl demeton* (25 g a.i./100 l), *schradan* (150 g a.i./100 l), *phosphamidon* (20 g a.i./100 l), *morphothion* (20 g a.i./100 l).

In laboratory experiments, *phosdrin* (36 g a.i./100 l) was the most toxic product among the systemic insecticides, but under field conditions, the toxicity was much slighter.

On the other hand, contact insecticides such as *parathion*, *diazinon* and *thiodan* were extremely toxic against *Aphelinus*.

BIBLIOGRAPHIE

Ahmed, Newson, Emerson, Roussel. — 1954. The effect of systox on some common predators of the cotton aphid. — *J. Econ. Ent.*, **47**, 445.

Ahmed, M. K. — 1955. Comparative effect of systox and schradan on some predators of aphids in Egypt. — *J. Econ. Ent.*, **48** (5), 531-532.

Biliotti E. — 1956. Entomophages et maladies des insectes. — *Entomophaga*, **1**, 45-53.

Bodenheimer, F. S. — Studies on the physical ecology of the wooly apple Aphis (*Eriosoma lanigerum* hausm.) and its parasite. *Aphelinus mali* hald. in Palestine. — *Bull. Behowt Agri. Res. Ma.*, n° 43, 20 p., Behowt 1947.

Bonnemaison, L. — 1959. Le Puceron lanigère du Pommier. — Biologie et méthodes de lutte. — *Congrès Pomologique de France*, 137-144.

Borg, A. — 1952. Undersökningar över *Aphelinus mali* hald. — Blodluseus (*Eriosoma lanigerum* hausm.) speciella parasit. — *Medd. Växtskyddaust*, n° 60, 13 fig., 75 p., Stockholm.

Chaboussou, F. — La lutte contre les Pucerons et les Acariens des arbres fruitiers. Essais de nouveaux produits. — *Rev. Zool. Agric.*, 4e trim. 1956.

· 1960. Sur deux cas de pullulations de Tétranyques en corrélation avec les taux d'azote et de potassium dans les feuilles. Influence de certains traitements insecticides. — *Rev. Zool. Agric.*, nos 7-9, 85-98.

Emmel, L. — 1958. Die wirkung von thiodan auf die Blutlaus (*E. lanigerum*) und die Blutlauszehrwespe (*Aphelinus mali* hald.). — *Anz. Schädlingsr.*, **31** (8), 121-123.

Evenhuis, H. H. — 1958. Een oecologisch onderzoek over de appelbloedluis *Eriosoma lanigerum* (hausm.) en haer parasiet *Aphelinus mali* (hald.) in Nederland. — *Tijdschr. Pfziekt.*, **64**, pt. 1, 1-103, 2 pl., 11 graph., Wageningen.

· 1959. The effect of some insecticides on the wooly aphid parasite : *Aphelinus mali* (hald.). — *Meded. Dir. Teuing.*, **22** (6), 306-311.

Marchal, P. — 1929. Les ennemis du Puceron lanigère. — Conditions biologiques et cosmiques de sa multiplication. — Traitements. — *Ann. des Epiphyties XIV*, 1-125.

MASSÉE, A. M. — Problems arising from the use of insecticides. Effect on the balance of animal populations. Report on the six Commonwealth entomological conference. Londres, juillet 1954, 53-57.

MICHAELS, A. & J. SEMAIS. — Influence des traitements d'hiver sur l'*Aphelinus mali*, parasite du Puceron lanigère. — *Le Fruit belge*, **24** (176), avril 1956, 49-59.

PUSSARD, R. — Sensibilité d'*Aphelinus mali* HALD. aux traitements insecticides. — *C.R.A. A. Agric.*, 23 avril 1947, 287-291.

SCHNEIDER, VON HEINZ. — 1958. Untersuchungen über den Einfluss neuzeitlicher Insektizid und Fungizide auf die Blutlauszehrwespe (*Aphelinus mali* HALD.). — *Z. angew. entomologie*, 173.

YOTHERS, M. A. — DDT and the wooly apple aphid parasite *Aphelinus mali* HALD. — *J. Econ. Entom.*, **40** (6), 934.

WAY, M. J. — Effects of demeton-methyl on some aphid predators. — *Plant path.*, **7** (1), 913.

(*Station de Zoologie agricole du Sud-Ouest, Pont-de-la-Maye, I.N.R.A.*)

NOTE PRÉLIMINAIRE SUR *CERACIA MUCRONIFERA* ROND. (1) *(DIPT. TACHINIDAE)*, PARASITE DU CRIQUET ÉGYPTIEN (*ANACRIDIUM AEGYPTIUM* L.), EN PROVENCE

PAR

Jean-Claude LEONIDE

Lorsqu'au mois d'avril 1960, je commençai mes travaux sur les parasites des sauterelles, la faune Orthoptèrologique était réduite à quelques espèces, qui, en Provence, passent l'hiver à l'état adulte. Ce sont des Tetrigides tels que *Tetrix depressa* BRISOUT, *Parattetix meridionalis* (RAMB.), au bord des ruisseaux; des Acridiens tels que *Acrotylus insubricus* (SCOP.), *Aiolopus strepens* (LATR.), *Locusta migratoria* L., dans les garrigues ensoleillées et enfin l'*Anacridium aegyptium* L. sur les arbustes. Parmi ces Orthoptères, seul, au printemps 1960, le Criquet égyptien révéla la présence de larves de Diptères parasites. Ces larves endoparasites appartiennent à l'espèce *Ceracia mucronifera* ROND. (*Dipt. Tachinidae*).

Ce Diptère a déjà été signalé comme parasite du Criquet égyptien en Tunisie, en 1936, par J. CALLOT (1936) et en Espagne, en 1956, par S. V. PERIS (1956). Il ne semble pas, d'après le récent travail de B. HERTING (1960), qu'il fut élevé du Criquet égyptien, en France. L'adulte n'est d'ailleurs pas signalé de la faune française et les recherches bibliographiques ont montré que la morphologie larvaire et la biologie de ce Tachinaire étaient pratiquement inconnues.

1. LE NOMBRE DE LARVES.

J. CALLOT (1936) avait dénombré 10 larves dans la cavité générale de son Criquet. En compulsant le tableau I, on voit que le nombre de larves rencontrées au cours de nos dissections, est assez variable. Le nombre maximum fut de 62 et le nombre minimum de 3 larves par hôte. Au total nous avons compté 217 larves dans 13 Criquets parasités. C'est un taux de parasitisme très important.

(1) Détermination de B. HERTING (par l'intermédiaire du Centre de détermination de la C.I.L.B., Genève).

2. Les stades larvaires.

Comme c'est le cas des Tachinides en général il y a 3 stades larvaires, morphologiquement définis.

Le 1er stade est une larve translucide, blanchâtre, subcylindrique, arquée, métapneustique. La segmentation est peu visible. Il y a 11 segments. Les parties ventrales des segments moyens, pourvues de 2, 3 ou 4 rangs de minuscules épines, constituent des zones parfois très convexes formant des expansions « pseudoparapodiales » (fig. 1). Les dimensions de la larve varient entre 2 et 5 mm pour la longueur et de 0,54 à 1,22 mm pour le diamètre. Les pièces buccales sont caractéristiques de la tribu des *Acemyiini* (1) (fig. 3 et 4). L'armature buccopharyngienne mesure environ 0,25 mm. Elle comporte un crochet médian impair dont la marge antérieure est finement dentée. Les ailes dorsales sont très pigmentées, tandis que les ailes ventrales plus étroites sont très claires. Le plateau infra-buccal présente les caractères spécifiques les plus accusés. Chez la plupart des *Acemyiini*, le plateau infra-buccal porte, le long de son bord antérieur, une série de dents régulièrement disposées. Chez *Ceracia mucronifera* Rond., ces dents, orientées dans des plans différents et en nombre variant de 3 à 5, sont groupées en 2 protubérances saillantes de direction générale antéro-dorsale et situées au 1er et au 2e tiers du bord antérieur du plateau infra-buccal. En dehors de ce caractère spécifique, la forme générale du plateau est assez variable selon les individus et présente souvent un aspect asymétrique. Les stigmates postérieurs, disposés à la partie distale du dernier segment abdominal, sont dédoublés (fig. 2).

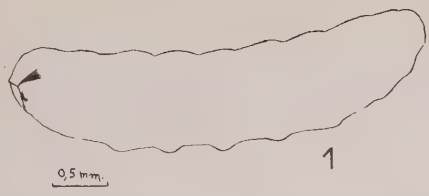
Cette larve vit librement dans la cavité générale de l'hôte.

Le stade II est une larve plus trapue, blanche opaque, métapneustique, à segmentation bien distincte. Les pièces buccales diffèrent beaucoup de celles du stade précédent (fig. 5 et 6). Les larves du stade I et II sont si différentes et le dimorphisme de leurs pièces buccales est tel que j'hésiterais à les rattacher à la même espèce si

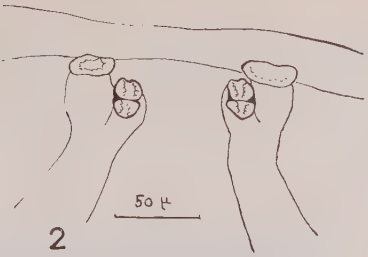
(1) La terminologie employée est celle utilisée par R. W. Smith et F. U. Finlayson (1950).

Légende de la planche I

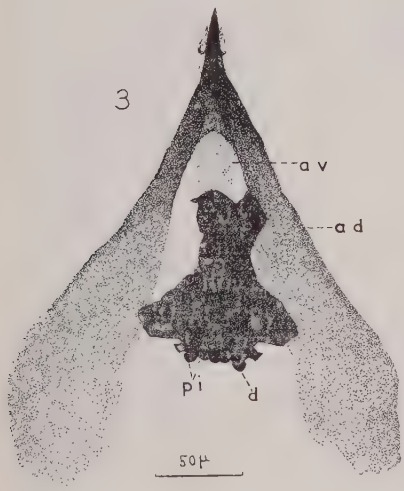
Fig. 1 : Larve de *Ceracia mucronifera* Rond., au stade I. Vue de profil. — Fig. 2 : Stigmates postérieurs de la larve de *Ceracia mucronifera* Rond., au stade I. — Fig. 3 : Armature buccale de la larve de *Ceracia mucronifera* Rond. au premier stade. Vue ventrale (*a.d.*, aile dorsale; *a.v.*, aile ventrale; *c.m.*, crochet médian; *d.*, dents; *p.i.*, plateau infrabuccal). — Fig. 4 : Armature buccale de la larve de *Ceracia mucronifera* Rond. au premier stade. Vue de profil (*p.l.*, pièces latérales; voir légendes de la figure 3). — Fig. 5 : Armature buccale de la larve de *Ceracia mucronifera* Rond. au second stade. Vue dorsale. — Fig. 6 : Armature buccale de la larve de *Ceracia mucronifera* Rond. au stade II. Vue de profil. — Fig. 7 : Larve de *Ceracia mucronifera* Rond., au troisième stade (*s*, siphon postérieur).



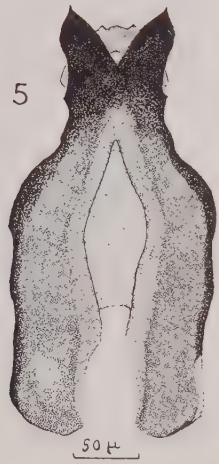
1



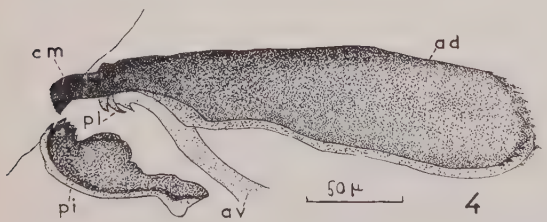
2



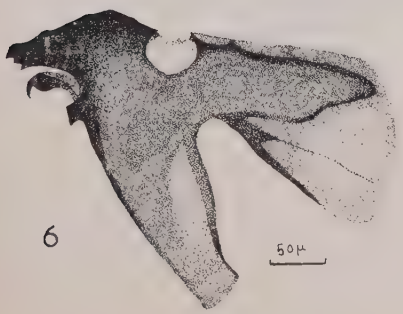
3



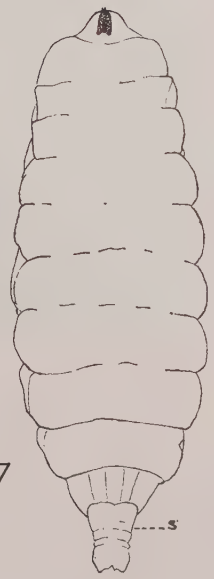
5



4



6



7

je n'avais pas observé une larve du stade II venant de muer, encore revêtue de l'exuvie du stade I. La vie de cette larve comporte deux périodes. La première est une phase de liberté, comme le montre le fait de rencontrer la larve fixée en un lieu distinct et souvent fort éloigné de celui où elle a abandonné la dépouille du stade précédent.

PLANCHE II

. Fig. 8 : Region posterieure de la larve de *Ceracia mucronifera* ROND. au troisième stade. Vue par transparence, montrant les deux troncs trachéens longitudinaux, aboutissant au siphon. Fig. 9 : Pupe de *Ceracia mucronifera* ROND. Fig. 10 : Pieces buccales de la larve de *Ceracia mucronifera* ROND. au troisième stade.

Très rarement cette exuvie se trouve incorporée à la gaine de fixation. La larve se fixe ensuite sur une trachée de l'hôte et la seconde mue intervient en cet endroit; l'exuvie du stade II est toujours incorporée dans la gaine de fixation.

La larve du 3e âge ressemble en plus gros à celle du stade II. Elle en diffère par la présence d'un siphon anal noir et chitineux, qui livre passage aux deux trachées longitudinales. Les orifices stigmatiques s'ouvrent à l'extrémité distale du siphon, entre 6 crêtes chitineuses de forme ondulée. Cette larve métapneustique mesure de 6,5 à 10 mm de long et de 2 à 3,5 mm de diamètre. Les pièces buccales ressemblent dans leur forme générale à celles du stade précédent (fig. 7, 8 et 10). Cette larve, d'abord fixée, rompt, lorsque son développement est achevé, son attache aux trachées et devient libre. Elle perce alors le tégument de son hôte et s'échappe à l'extérieur où elle ne tarde pas à s'enterrer et à se nymphoser.

3. Localisation et fixation des larves.

Les jeunes larves, libres dans la cavité générale de l'hôte, se localisent d'une manière assez variable dans la partie ventrale du thorax et de l'abdomen. Il en est de même pour tous les autres stades libres. Il n'est pas rare de trouver les larves sous les testicules ou les ovaires, quelquefois même entre les ovarioles ou les tubes séminifères. L'hôte qui hébergeait les 62 larves avait sa cavité générale remplie par les asticots que l'on rencontrait même entre les muscles thoraciques et dans la capsule céphalique, autour du tube digestif.

La localisation des larves fixées est plus précise, leurs stigmates postérieurs étant en contact, par l'intermédiaire d'une gaine, avec l'air trachéen de l'hôte. Cette gaine qui correspond au « soupirail trachéen secondaire » de J. Pantel (1910) représente une réaction de la trachée à la lésion occasionnée par le parasite. Elle se développe progressivement au fur et à mesure de la croissance de la larve, comme l'a démontré R. L. Beard (1942) à propos de *Trichopoda pennipes*. J'ai pu le vérifier à propos du *Ceracia mucronifera* R., en constatant l'existence de cas intermédiaires dans le développement de cette gaine. Les trachées sur lesquelles se fixent les larves sont très diverses. Dans notre cas 12, les larves étaient fixées sur la plupart des trachées de l'hôte. Mais dans la majorité des cas où il n'y a pas un nombre exagéré de larves, la fixation a lieu sur les gros troncs trachéens de la région dorsale de l'hôte et tout particulièrement sur la trachée issue du 1er stigmate abdominal, près des tympans. Il n'est pas rare de voir sur cette trachée, 2 ou 3 gaines fixées en un seul point.

4. Durée de la vie larvaire.

En dehors de la larve au stade I qui hiverne dans le corps de l'hôte et dont la durée de vie dépasse 8 mois (au moins pour la géné-

ration hivernante), rien de précis n'a pu être établi à ce sujet. J'ai seulement constaté que la larve du second âge, libre ou fixée, n'a été vue qu'exceptionnellement. On peut, avec certaines réserves, en déduire que ce stade est très éphémère. Il est probable, pour la même raison, que le stade III est lui aussi de courte durée.

5. La pupaison.

Les larves qui sortent de l'hôte, s'enterrent très rapidement et dans tous les cas observés, moins de 12 heures après, les pupes étaient formées. Ces pupes ont été placées en élevage, dans des conditions de milieu très diverses : en surface ou en profondeur (5 cm) dans de la terre humide ou sèche. Quelles que soient les conditions écologiques où les pupes furent placées, l'éclosion eu lieu 12 et 14 jours après. Sur 30 pupes mises en élevage le 13 mai 1960, l'éclosion eut lieu 22 jours après pour 6 d'entre elles et 14 jours après pour les 21 autres, tandis que 3 moururent.

Aucune conclusion ne put être tirée de la durée de la nymphose, de son succès ou de son insuccès, en fonction des conditions écologiques. En effet les 21 éclosions qui se produisirent le 14e jour provenaient indifféremment de pupes qui avaient été placées en terre humide ou sèche, en surface ou en profondeur. La température fut la même pour tous les élevages. La mortalité a été très faible.

6. La pupe.

Subcylindrique, arrondie à son extrémité antérieure, elle mesure de 5,5 à 5,6 mm de long et de 2 à 2,1 mm de diamètre. Sa couleur est brun rougeâtre. La pupe est surtout caractérisée par son extrémité postérieure prolongée par le siphon chitineux, déjà rencontré chez la larve du 3e stade. Ce siphon mesure environ 0,84 mm de long et 0,37 mm de diamètre (fig. 9).

7. La vie de l'adulte.

Les mouches étalent leurs ailes très rapidement et quelques heures après on peut observer les premières tentatives d'accouplement. La vie de l'adulte n'excèda pas 3 jours au laboratoire, les conditions d'élevage ayant été défectueuses. J. Callot (1936) a conservé ses mouches en vie pendant plus de 14 jours et a obtenu la ponte sur un *Acrotylus insubricus*. Cette ponte n'évolua malheureusement pas à cause du décès accidentel de l'hôte. Aucune observation n'a été faite sur le terrain, en ce qui concerne la vie et l'éthologie de l'adulte.

8. Spécificité parasitaire.

Ceracia mucronifera n'a été signalé jusqu'à présent que du Criquet égyptien. Est-il inféodé à cet hôte? Toutes mes recherches entreprises pour essayer de trouver ce Diptère dans d'autres criquets hivernant

à l'état adulte, n'ont pas abouti. Cependant il faut rappeler que J. CALLOT (1936) a obtenu, au laboratoire, la ponte sur un *Acrotylus insubricus*. La question reste donc en suspens.

9. POURCENTAGE DU PARASITISME.

Le Criquet égyptien n'est pas rare, en Provence, au mois d'avril, mais il vit en solitaire et aux heures chaudes de la journée il vole avec vivacité, ce qui rend sa capture difficile. Aussi le nombre de criquets capturés et disséqués s'élève seulement à une quarantaine. Treize individus étaient parasités. Cela représente un pourcentage de parasitisme de l'ordre de 32,5 %. Ce qui est un pourcentage très élevé. J. CALLOT, en 1935, a obtenu 12 parasites pour 3 194 sauterelles. J. ARNOUX et G. REMAUDIÈRE (1946) ont noté un pourcentage de parasitisme allant de 1 à 4 %.

Le pourcentage de parasitisme rencontré chez *Ceracia mucronifera* rappelle celui que l'on note habituellement parmi les individus restés au sol, après le passage d'une nuée de criquets grégaires. En dehors de ce cas particulier où se réalise une sélection naturelle, le pourcentage est de l'ordre de 3 à 5 %. Il est vrai que pour le Criquet égyptien ce taux a été établi sur le chiffre dérisoire de 40 hôtes, pour une aire géographique limitée et sur une période de l'année de l'ordre de 3 mois. Malgré sa relativité ce pourcentage n'en reste pas moins très élevé pour des parasites de criquets en France.

10. RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE.

Élevé d'Afrique du Nord et d'Espagne, *Ceracia mucronifera* est considérée par B. HERTING (1960) et S. V. PERIS (1956) comme une espèce circum-méditerranéenne. En élevant ce Diptère de France, j'ai confirmé cette distribution géographique.

11. PARTICULARITÉ BIOLOGIQUE.

En regardant le tableau I, il est facile de constater que, dans un même Criquet parasité, toutes les larves ne sont pas au même stade évolutif. Cela pose le problème de savoir quelle est la cause de ce manque de synchronisation du développement. Deux hypothèses ont été émises. On a d'abord pensé qu'un lot de larvules déposées sur l'hôte, au même moment, par la femelle parasite, évolue synchroniquement sauf pour quelques larves plus chétives, qui supportent mal la sous-alimentation ou les blessures dûes au superparasitisme. On a aussi envisagé la possibilité de pontes successives déposées par un ou plusieurs parasites. J. PANTEL (1910) considère la première hypothèse comme la plus vraisemblable. Il constate effectivement la présence de blessures sur certaines larves attardées. Dans le cas de *Ceracia mucronifera*, quelle paraît être la cause de ce manque de synchronisation dans le développement des larves? Prenons quelques

exemples. Dans le deuxième cas, 36 pupes se sont formées en même temps, montrant l'existence d'un certain synchronisme du développement; mais à côté de ces 36 pupes on trouve une seule larve au stade III et une seule larve au stade I. Ces 2 dernières larves font penser à des retardataires. Une femelle de Diptère déposerait-elle une fois 36 larves et s'y reprendrait-elle par deux fois pour déposer 2 œufs? Le cas 12 est aussi démonstratif de la théorie du superparasitisme. Par contre le cas 5, comportant seulement 3 pupes et 1 larve au stade I, ne peut s'expliquer par cette théorie. Ici, on est d'ailleurs bien obligé d'admettre que la femelle n'a pondu que 4 œufs, à moins qu'un certain nombre d'œufs aient été détruits.

Il semble donc que seule l'observation de la ponte au laboratoire puisse nous apporter quelques lueurs sur ces faits.

12. Le cycle du parasite.

Il existe en France, plusieurs types de cycle annuel chez les Orthoptères. Celui de la majorité des espèces françaises est d'après L. Chopard le suivant : les éclosions ont lieu au début de l'été, le développement, l'accouplement, la ponte pendant la belle saison et la disparition dès les premiers froids. La forme hivernante est l'œuf. Un autre type de cycle qui se rencontre en Provence, est celui du Criquet égyptien, décrit par P. P. Grassé (1922), et de quelques autres espèces. Le Criquet égyptien pond en avril-mai, l'éclosion des larves a lieu début juillet, l'insecte est adulte en septembre-octobre et passe l'hiver sous cet état.

Les parasites des Acridiens ayant le 1er type de cycle, hivernent en général, en terre, sous la forme de pupe ou de larve du 3^{e} âge. Mais quel va être le cycle des parasites des Acridiens ayant le second type de cycle? Plusieurs cycles sont possibles et en particulier on peut penser que les parasites hivernent dans le corps de leur hôte, sous la forme larvaire. C'est le cas de *Ceracia mucronifera*.

L'éclosion de *Ceracia mucronifera* a lieu en mai-juin, la ponte s'effectue pendant la vie de l'adulte, c'est-à-dire probablement en juin-juillet, à une époque où le Criquet égyptien se trouve sous sa forme larvaire. Il doit donc parasiter les larves du Criquet égyptien. Il est probable que plusieurs générations se succèdent au cours de l'été. Ce sont autant de questions que je me propose de résoudre au fur et à mesure que l'apport de matériel permettra l'avance de nos recherches. De toute façon la larve au 1er stade passe l'hiver dans la cavité générale du Criquet adulte. J'ai pu le constater grâce à un Criquet capturé dans un jardin de Marseille, le 29 septembre 1960, et placé en élevage au laboratoire. Le 16 janvier 1961 le Criquet, très affaibli par les conditions défavorables de l'élevage et par le parasitisme, était mourant. La dissection a montré la présence de 6 larves de *Ceracia mucronifera*, au stade I, parfaitement vivantes. Ces larves

doivent passer l'hiver à l'état de vie ralentie, tout comme l'hôte, sans cesser pour cela toute activité, mais ne s'accroissant pratiquement pas. Les dimensions de ces larves étaient, en effet, à peine inférieures à celles des larves au stade I obtenues au mois de mai.

Au printemps, le développement reprend et aboutit très rapidement à l'adulte.

C'est là un cas intéressant d'adaptation du cycle du parasite à celui de son hôte.

13. Signes extérieurs traduisant le parasitisme chez l'hôte.

Au cours des études sur le parasitisme, on a souvent recherché, chez les Orthoptères, des caractères morphologiques ou éthologiques permettant de déceler la présence des parasites. Les résultats ont toujours été aléatoires. Chez le Criquet égyptien également, aucun signe externe ne traduit la présence du parasite. Je n'ai jamais observé les œufs du parasite, peut-être parce que la ponte a lieu sur les larves et de ce fait disparaît avec la mue.

Toutefois, il a été constaté après la sortie des larves, un verdissement de la plaie. Mais cette coloration ayant été également constatée sur un Criquet non parasité venant de mourir, doit être considérée comme un état de putréfaction *post-mortem*. Le verdissement observé autour des plaies correspondrait à une infestation microbienne et à une putréfaction provoquée par la blessure. Dans un cas j'ai observé ce verdissement avant la perforation des téguments par le parasite. Il y aurait eu, ici, putréfaction interne, résultant des traumatismes provoqués par les larves perforant la peau. De toute façon, ce fut là un cas exceptionnel et qui ne permet pas de déceler le parasite longtemps avant sa sortie.

14. Lieu d'émergence du parasite.

J. Callot (1936) avait déjà remarqué que le lieu de sortie des larves de *Ceracia mucronifera*, était très variable. Toutes les membranes minces unissant 2 sclérites sont utilisables. J'ai remarqué au cours des dissections que le lieu de sortie est souvent très proche de celui où la larve était fixée. Il n'est donc pas surprenant, les larves étant souvent fixées sur les trachées issues du 1er stigmate abdominal, de les voir émerger par les membranes tympaniques, la membrane collaire ou les membranes articulaires des hanches postérieures. J. Callot (1936) avait noté la membrane unissant les tergites abdominaux III-IV.

15. Lésions occasionnées par le parasite.

Les parasites ne semblent pas s'attaquer à un organe particulier sauf les trachées qui sont perforées et dont la réaction se limite à la formation de la gaine. Toutefois, cette gaine est entourée par des

amas jaunâtres qui apparaissent vraisemblablement comme les résidus de l'activité digestive du parasite. Les appareils digestif, circulatoire et musculaire paraissent macroscopiquement sains. Seul, le tissu conjonctivo-adipeux peut être attaqué. Mais les larves doivent largement puiser dans le plasma de leur hôte, ce qui se traduit en général par une déficience dans le développement des gonades et en particulier de l'ovaire. En fait l'état de l'ovaire est souvent assez variable, il semble que son développement soit inversement proportionnel au nombre de parasites hébergés. Mais cela n'est pas toujours vrai; il est des cas où malgré un bon nombre de parasites l'ovaire est bien formé et les œufs presque à terme. Il se peut dans ce cas que le développement de l'ovaire soit possible si l'infestation par le parasite se fait à une époque où l'ovaire est déjà bien formé. Cela n'est valable que s'il existe plusieurs générations de parasites.

La plupart du temps, au laboratoire tout au moins, la sortie des larves entraîne la mort du Criquet dans les 48 heures qui suivent. Parfois, l'hôte meurt avant la sortie des larves. Il est probable que cela est dû à un affaiblissement prématuré du Criquet, en fonction des conditions de milieu du laboratoire plus ou moins défavorables. Mon premier hôte parasité mourut avant la sortie des 25 larves qu'il hébergeait. Le second mourut 2 jours après avoir livré passage à 36 larves. Le 3e et le 5e eurent le même sort. Le cas 7 fit exception. Capturé le 19 juin 1960, cet individu femelle qui avait une vitalité apparemment normale fut disséqué le 22 juin 1960. L'examen morphologique révéla une perforation de la membrane tympanique. Le tamisage du terrarium ne permit pas de trouver les larves. Il fallut en conclure que les larves étaient sorties avant la capture du Criquet. L'autopsie confirma le parasitisme, en montrant 3 exuvies du stade II. Il est difficile de tirer une conclusion relative à la survie de cet hôte. On remarquera seulement que ce criquet n'hébergeait que 3 larves et surtout que la sortie des larves eut lieu dans la nature où la résistance des criquets est plus grande. Il est de ce fait difficile de savoir combien de temps les criquets parasités survivent à la sortie des larves. Si certains individus survivaient à la sortie des larves, le trou de sortie se cicatriserait et on pourrait rencontrer des individus d'apparence normale, mais dont la dissection révélerait la présence d'exuvies. C'est fréquent chez les Œdipodes; c'est l'exception chez le Criquet égyptien. Cela nous permet de supposer que même dans les conditions naturelles, le Criquet égyptien ne survit pas longtemps à la sortie des larves parasites.

16. Parasitisme et sexe de l'hôte.

La question de savoir s'il existe une spécificité parasitaire liée au sexe de l'hôte, a souvent été posée à propos de l'étude du parasitisme chez les Orthoptères. J. Arnoux et G. Remaudière (1946)

étudiant *Acridomyia sacharovi* STACK. parasite de *Locusta migratoria* en France, constatent que sur 15 individus parasités aucun n'était du sexe mâle. Ils se demandèrent si le développement du parasite était possible chez l'hôte mâle.

Une telle question ne se pose pas à propos de *Ceracia mucronifera* qui se développe aussi bien chez l'hôte de sexe femelle que de sexe mâle.

Tableau I

N° du cas	Sexe	Localité	Date de capture	Date de la dissection ou de la sortie de la larve	Nombre et stade des parasites hébergés
1	F	Toulon (Var)	fin avril	10-5-60	25 L I
2	F	Toulon	8-5-60	13-5-60	36 P, I L III, I L II
3	F	Toulon	13-5-60	20-5-60	2 P, I L III, I L II
4	F	Sollies-ville (Var)	15-5-60	24-5-60	20 L I
5	M	Toulon	26-5-60	27-5-60	3 P, I L I
6	M	Toulon	25-5-60	29-5-60	6 P, 18 L III
7	F	Carqueiranne (Var)	19-6-60	22-6-60	3 Exuv. II
8	F	Toulon	19-6-60	22-6-60	7 L III (*mortes*)
9	M	Marseille	29-9-60	16-1-61	6 L I
10 (1)	M	Toulon	14-4-60	6-2-61	5 L I
11	M	Toulon	14-4-60	6-2-61	20 L III
12	M	Toulon	14-4-60	6-2-61	40 L III, 17 L II, 5 L I
13	M	Toulon	15-5-60	6-2-61	2 Exuv. II

F ..... Femelle
M ..... Mâle
L I ..... Larve au stade I
L II ..... Larve au stade II
L III..... Larve au stade III
P ..... Pupe
Exuv. II..... Exuvie du stade II

Tableau II

N° du cas	Lieu de sortie des larves	Dégats internes chez l'hôte	Date d'éclosion des mouches	Durée de la nymphose chez *Ceracia mucronifera* ROND.
1		Ovaire peu développé.		
2	Membrane collaire.	Ovaire peu développé, résidus jaunâtres.	25-5-60 et 27-5-60	12 jours 14 jours
3	Membrane de l'articulation métacoxale droite.	Ovaire normal, œufs bien constitués.	1-6-60	12 jours
4		Ovaire normal.		
5		État normal.	7-6-60	11 jours
6	Membrane tympanique	État normal.	10-6-60	12 jours
7	Membrane tympanique.	État normal, œufs à maturité.		
8				
9		État normal, testicules déjà bien développés.		

(1) Les cas 10 à 13 sont des criquets conservés en alcool, disséqués le 6 février 1961.

SUMMARY

The dipterous *Ceracia mucronifera* ROND. (*Diptera, Tachinidae*) has been reared from the grasshopper *Anacridium aegyptium* L., for the first time, in France. This species is a new one in the french fauna. The first, second and third instar larva and the puparium have been described and pictured.

A large amount of biological data has been mentioned relating larval life, pupation, seasonal occurence, distribution, incidence of parasitism (which exceeds 30 %) and host association.

Particular notice should be taken of the life history of the parasite *Ceracia mucronifera* ROND. It hibernates in the first instar larva stage within the body of the host, this host hibernates in Provence, at the adult stage.

BIBLIOGRAPHIE

ARNOUX, J. & G. REMAUDIÈRE. — 1946. Étude préliminaire sur *Acridomyia sacharovi* STACK (*Dipt. Muscidae*) parasite en France de *Locusta migratoria* L. — *Bull. Soc. ent. France*, **51**, 53-62.

BEARD, R. L. — 1942. On the formation of the tracheal funnel in *Anasa tristis* DEG. induced by the parasite *Trichopoda pennipes* FABR. — *Ann. ent. Soc. America*, **35**, 68-72.

CALLOT, J. — 1935. Première note sur les parasites des Sauterelles à Richelieu (Indre-et-Loire). — *Ann. Parasitol. Hum. et Comp.*, **13**, 193-202.
— 1936. Note sur des *Acemyia*, mouches parasites à l'état larvaire d'*Anacridium aegyptium* L. et sur un champignon hyperparasite. — *Ann. Parasitol. Hum. et Comp.*, **14**, 327-329.
— 1937. Sur les parasites des Sauterelles à Richelieu (Indre-et-Loire). — *Ann. Parasitol. Hum. et Comp.*, **15**, 282.

CHOPARD, L. — 1938. La biologie des Orthoptères. — *Encyclopédie entomologique*, **20**, *P. Lechevalier*, Paris.

GRASSÉ, P. P. — 1922. Étude biologique sur le Criquet égyptien, *Orthocanthacris aegyptia* L. — *Bull. biol. Fr. Belgique*, **4**, 545-578.

HERTING, B. — 1960. Biologie der Westpaläarktischen Raupenfliegen, *Dipt. Tachinidae*. — *Verlag Paul Parey*, Hamburg und Berlin.

PANTEL, J. — 1910. Recherches sur les Diptères à larves entomobies. I. Caractères parasitiques aux points de vue biologique, éthologique et histologique. — *La cellule*, **26**, 25-216.

PERIS, S. V. — 1956. Notas sobre *Acemyiini* (*Dipt. Tachinidae*). *Graellsia* (*Rev. ent. Espagn.*), **14**, 1-7.

SÉGUY, E. — 1936. L'*Acemyia calloti*, insecte Diptère à larves endoparasites des Sauterelles. — *Ann. Parasitol. Hum. et Comp.*, **14**, 321-326.

SMITH, R. W. — 1958. Parasites of nymphal and adult grasshoppers (*Orthoptera Acrididae*) in Western Canada. — *Canad. J. Zool.*, **36**, 217-262.

SMITH, R. W. & F. U. FINLAYSON. — 1950. Larvae of Dipterous parasites of nymphal and adult grasshoppers. — *Canad. J. Res.*, D, **28**, 81-117.

(Faculté des Sciences de Marseille,
Laboratoires de Zoologie générale et de Biologie animale, S.P.C.N.)

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA DIAPAUSE CHEZ *DIPAROPSIS WATERSI* ROTHS (*LEP. AGROTIDAE*)

PAR

P. F. GALICHET

La période de repos que de nombreuses espèces d'insectes subissent à un moment ou à un autre de leur cycle a pour effet de permettre la survie de ces espèces à une période de l'année où, certains facteurs du milieu étant devenus défavorables, la croissance et la reproduction ne sont plus possibles. C'est le cas de *Diparopsis watersi* ROTHS.

Cette Noctuelle, dont la seule plante hôte reconnue est le cotonnier cultivé, *Gossypium hirsutum* L., se rencontre du 6e au 19e degré de latitude Nord sur le continent africain. Elle se multiplie activement au cours de l'été et de l'automne et entre en diapause au stade nymphal, dans le sol, peu avant l'hiver. La première génération apparaît plus ou moins précocement au printemps suivant. L'hiver, sous ces latitudes, est caractérisé par une absence de précipitations et des températures basses à son début mais très élevées par la suite; l'entrée en diapause est provoquée par l'action de températures inférieures à 18 °C sur l'œuf et la larve (GALICHET, *sous presse*).

Le déroulement de la diapause est sous la dépendance de facteurs internes et de facteurs externes qui en contrôlent la durée. La détermination de cette durée dans les conditions bien définies du laboratoire a fait l'objet de la présente étude qui a été complétée par la recherche de l'effet de températures élevées telles que la nymphe en subit dans les conditions naturelles.

Méthodes et résultats

On récolte, au cours de la période froide de l'automne, fin novembre à fin décembre, un certain nombre de larves sur le point de se nymphoser, ce qu'elles font au laboratoire, dans des récipients garnis de terre. Trois jours après l'entrée en terre, dont la date est connue, on rassemble les nymphes formées. Ces nymphes sont mises en attente 1 mois avant le début de l'essai afin de permettre aux individus sans diapause d'éclore; les nymphes restantes, qui com-

REVUE DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE
ET D'ENTOMOLOGIE AGRICOLE DE FRANCE
T. XL – N° 1 – JANVIER-MARS 1961

mencent à subir la diapause sont distribuées en 7 lots. L'humidité relative est fixée à 60-75 % et la température constitue le facteur variable.

Pour le 1er lot, lot témoin, la température est comprise entre 27 et 32 °C pendant toute la durée de l'essai, tandis que les autres

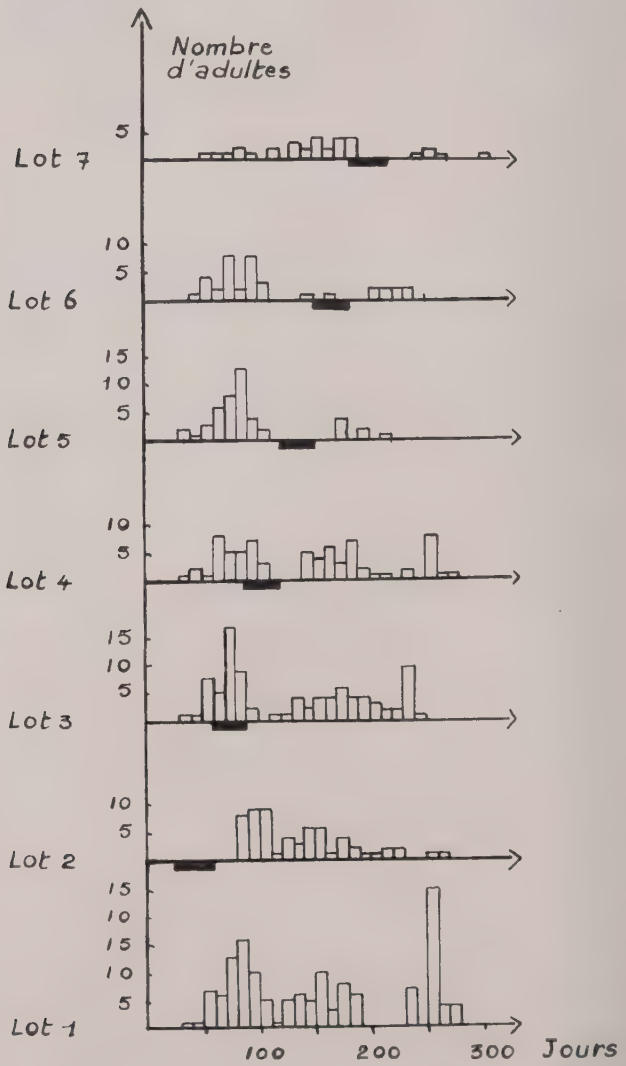


Fig. 1 : Éclosions par décade des nymphes en diapause. *Trait plein :* Période de 30 jours durant laquelle les nymphes sont portées à 36-39 °C.

lots sont portés successivement et pendant 30 jours à des températures de 36 à 39 °C, et conservés, le reste du temps, à la même température que le lot témoin.

Les dates auxquelles ils sont portés à l'étuve sont les suivantes, le jour zéro étant celui de l'entrée en terre :

2e lot.....	30e	au	60e jour
3e lot.....	60e	au	90e jour
4e lot.....	90e	au	120e jour
5e lot.....	120e	au	150e jour
6e lot.....	150e	au	180e jour
7e lot.....	185e	au	215e jour

Les éclosions sont observées quotidiennement et groupées par décade dans la figure 1.

On constate que la sortie des adultes s'étend sur une longue période (fig. 1) : les éclosions débutent la 5e semaine de nymphose et certaines nymphes demeurent au repos pendant plus d'une année.

Au cours de cette première année, cependant, 95 % des nymphes évoluent, et la durée de leurs nymphoses semble se grouper autour de 3 valeurs moyennes. L'allure trimodale de la courbe des sorties est plus ou moins apparente suivant les lots; dans le lot témoin, on peut distinguer :

— Un premier groupe d'éclosions dont la nymphose s'étend du 35e au 120e jour, sa durée moyenne étant de 80 jours (3 mois).

— Un second groupe d'éclosions se produit entre le 120e et le 190e jour, sa durée moyenne est de 155 jours (5 mois).

— Un troisième groupe d'éclosions a lieu du 230e au 280e jour, pour une durée moyenne de 253 jours (8 mois).

La distinction entre le second et le troisième groupe est aisée car les éclosions s'interrompent entre temps. Elle est moins nette entre

Tableau I

Action des températures élevées (36-39 °C) sur la diapause

Dates d'application des températures élevées (36-39 °C)	1er groupe (diapause de 3 mois)			2e groupe (diapause de 5 mois)			3e groupe (diapause de 8 mois)		
	Extrêmes (jours)	Moyenne (jours)	Nombre Nymphes	Extrêmes (jours)	Moyenne (jours)	Nombre Nymphes	Extrêmes (jours)	Moyenne (jours)	Nombre Nymphes
1er lot Témoin ...	36-117	80	86	121-185	155	27	232-277	253	11
2e lot, 30- 60e jour.	83-115	96	26	124-191	153	27	206-261	228	7
3e lot, 60- 90e —	31-113	71	44	128-197	165	26	202-240	226	18
4e lot, 90-120e —	38-106	76	32	142-198	168	27	203-279	247	14
5e lot, 120-150e —	36-105	76	39	175-196	183	8	217	—	1
6e lot, 150-180e —	46-102	79	28	141-161	—	2	204-249	224	7
7e lot, 185-215e —	53-117	84	8	121-185	158	20	248-308	266	5

le premier et le second car les dernières éclosions de l'un coïncident avec les premières éclosions de l'autre.

Ce mode de distribution des sorties constitue un schéma type susceptible d'être perturbé par l'action des températures élevées. L'effet de celles-ci peut être dégagé par comparaison du comportement des différents lots avec celui du témoin (tableau I).

a) *Action sur les individus à diapause de 3 mois :*

Les températures élevées appliquées 30 jours après l'entrée en terre (2e lot) retardent l'éclosion de 15 jours environ. Appliquées 30 jours plus tard (3e lot), elles hâtent la sortie des adultes. Dans le 1er cas, les éclosions reprennent 15 à 30 jours après la cessation du traitement (fig. 1), et celui-ci a pour effet secondaire de grouper les sorties qui sont achevées en 32 jours au lieu de 81 jours pour le lot témoin.

b) *Action sur les individus à diapause de 5 mois :*

Les températures élevées appliquées entre le 60e et le 150e jour (3e, 4e, 5e lot) tendent à retarder l'éclosion de 10 à 20 jours. Appliquées plus tôt, elles ne modifient pas la date d'éclosion. La dispersion ne varie pas.

c) *Action sur les individus à diapause de 8 mois :*

Le traitement tend à accélérer la nymphose des individus qui le subissent entre le 30e et le 180e jour de diapause (lots 2 à 6) et à retarder les sorties de ceux qui le subissent entre le 180e et le 215e jour (lot 7). Les conclusions concernant ce groupe sont basées sur un petit nombre d'individus.

Ces résultats semblent indiquer que les températures de l'ordre de 36 à 39 °C hâtent ou retardent l'éclosion des adultes selon la date à laquelle elles sont appliquées.

Si, suivant la terminologie d'Andrewartha, on distingue d'une part la morphogénèse, processus de transformations morphologiques qui constitue l'ensemble de la nymphose sans diapause, d'autre part la physiogénèse, processus de transformations physiologiques subies par la nymphe en diapause et indispensable à la reprise de la morphogénèse, on peut déduire des faits observés un certain nombre de conclusions concernant les exigences thermiques et la durée de ces 2 processus.

En ce qui concerne la morphogénèse, les températures de 36-39 °C ne paraissent pas gêner son déroulement puisque l'éclosion des adultes est susceptible de se poursuivre pendant leur application même. Il se pourrait au contraire que le phénomène soit accéléré : ainsi, chez les individus à nymphose de 3 mois, la durée moyenne de celle-ci est réduite de 80 jours pour le témoin à 71 jours dans le lot traité à partir du 60e jour (lot 3).

On peut remarquer que, pour les individus sans diapause, la morphogénèse, qui occupe tout le stade nymphale, est très sensible à la température : sa durée passe de 25 jours à 11 jours lorsque la température s'élève de 23 à 32 °C. Elle est, en outre, différente pour chaque sexe. La morphogénèse des nymphes sans diapause est donc hâtée par les températures élevées, tout comme le serait la morphogénèse des nymphes en diapause.

La physiogénèse débute avec la nymphose et s'achève à la morphogénèse. On constate que pendant cette période, les températures élevées, appliquées tardivement, provoquent un retard dans l'éclosion des adultes; si elles sont appliquées plus précocement, l'éclosion des adultes n'est plus retardée. Il est même possible qu'elle soit avancée : en effet, chez les individus à longue diapause, l'application du traitement entre le 30e et le 180e jour de nymphose (lots 2, 3, 4 et 6), abaisse la durée moyenne de diapause de 253 jours pour le témoin, à 228, 226, 247 et 224 jours dans les lots traités.

On est donc amené à distinguer 2 phases dans la physiogénèse; une phase initiale sur laquelle l'élévation de la température à 36-39 °C exerce une action nulle ou favorable, et une phase inhibée par celle-ci.

La durée respective de ces 2 phases, ainsi que celle de la morphogénèse, peut s'estimer approximativement en comparant le comportement des différents lots de l'essai entre eux : en effet, lorsqu'à la suite du traitement par les températures élevées, on voit apparaître un retard ou un avancement dans les éclosions des adultes, on en conclut que le traitement a été appliqué pendant la phase susceptible d'être inhibée ou pendant l'une des phases activées. La recherche du 1er lot ne subissant pas cette modification, permet de fixer les dates extrêmes du début de cette phase. Son achèvement se situe soit aux dates extrêmes du début de la phase suivante, soit à l'éclosion.

Par cette méthode, on place le début de la morphogénèse entre le 31e et le 79e jour pour les individus dont la nymphose présente une durée moyenne de 80 jours; entre le 121e et le 154e jour lorsque la nymphose dure 155 jours, entre le 186e et le 252e jour lorsqu'elle atteint 253 jours. Sa durée serait donc comprise suivant les cas, entre 1 et 49 jours, 1 et 34 jours, 1 et 67 jours.

De même, le début de la phase finale de la physiogénèse se situe, suivant la durée de la diapause, entre le 1er et le 59e jour, le 60e et le 89e jour, le 180e et le 214e jour. Sa durée serait comprise entre 1 et 79 jours, 32 et 94 jours et 1 et 72 jours.

La phase initiale de la physiogénèse s'accomplit en quelques jours pour les nymphes à plus courte diapause et en plusieurs mois pour les autres. Elle présente donc la durée la plus variable.

Discussion

L'existence de 2 phases dans la physiogénèse de *Diparopsis* spp. a été suggérée pour la première fois par E. O. Pearson, son hypothèse concernant principalement l'espèce *D. castenea*. Cet auteur fixe la durée de la phase non inhibée par les températures élevées au deux tiers de la diapause et celle de la phase inhibée au dernier tiers. La température inhibitrice étant de 36 °C. L'expérimentation effectuée sur *D. watersi* permet de vérifier l'exactitude de cette hypothèse pour cette espèce.

L'éclosion multimodale des nymphes en diapause apporte un argument nouveau à la thèse de l'hétérogénéité génétique des populations de *Diparopsis watersi* en un lieu donné (Galichet, *sous presse*). Cependant si Pearson et les chercheurs anglo-saxons avec lui sont d'accord pour reconnaître une éclosion bimodale des nymphes dans les conditions naturelles, ces mêmes auteurs pensent que cet état de chose résulte d'une modification apportée par certains facteurs externes à une distribution fondamentalement unimodale; les facteurs externes invoqués pouvant être soit une saturation du sol en eau (Nigéria), soit une élévation de la température (Soudan).

Les résultats exposés ici paraissent au contraire révéler une distribution fondamentalement multimodale des éclosions. L'opposition des thèses en présence incite à reprendre l'examen des résultats exposés par les auteurs anglais.

Les conclusions de Q. A. Geering et A. F. H. Baillie sont basées sur l'observation des éclosions de nymphes dont l'origine est la suivante : des larves au dernier âge sont récoltées à l'extérieur, d'octobre à décembre et mises à nymphoser à l'extérieur dans des bacs en ciment. Le 25 mai de l'année suivante, un certain nombre de nymphes en diapause sont prélevées et mises en observation, les unes à 30 °C, les autres à 26,7 °C, les extrêmes étant dans ce cas de 23,3 et 30 °C. Les éclosions groupées par période de 4 semaines sont unimodales dans les 2 cas. Aucune conclusion cependant ne peut être tirée sur la composition de la population car les fortes températures subies en mars, avril et mai auraient suffi à inhiber la sortie des nymphes à diapause plus courte; lorsque cette inhibition est levée, une éclosion massive se serait produite, groupant des nymphes de plusieurs origines.

Les essais de Tunstall au Soudan sont menés d'une manière différente : les nymphes sont conservées dès leur formation, les unes au laboratoire, les températures extrêmes étant de 20 et 32 °C, les autres à l'extérieur, la température du sol variant de 22 à 46 °C. Les éclosions sont groupées par périodes de 4 semaines. Dans le 1er cas, 88 % des nymphes éclosent du 70e au 230e jour de nymphose; 7 % éclosent entre le 240e et le 320e jour et 5 % ont une diapause plus longue encore. Dans le 2e cas, la courbe est nettement

bimodale et en outre 35 % des nymphes sont toujours en diapause après 300 jours.

Dans son interprétation, TUNSTALL néglige la petite partie de la population qui se distingue par la durée plus longue de sa diapause, son existence peut cependant laisser supposer que dans cette région la population est également hétérogène bien que la fréquence de l'un des phénotypes soit nettement dominante. L'excellente valeur statistique des résultats de TUNSTALL basés sur l'observation de plus de 900 nymphes, accrédite la conclusion précédente. Les autres résultats de cet auteur confirment l'inhibition provoquée par les hautes températures qui sont particulièrement fortes et prolongées sous cette latitude.

Pour conclure, les observations récentes font toutes état d'une grande variabilité dans la durée de la nymphose et de voltinisme divers chez *D. watersi* ROTHS. La dernière mention d'une population univoltine homogène remonte à 1927, elle se développait dans les monts Nuba (République du Soudan); auparavant, dans la province du nord de ce même pays, une autre population univoltine avait été signalée dans un rapport de 1908, cette population était devenue multivoltine en 1927. La possibilité qu'une population homozygote se soit conservée ou formée en un point quelconque de l'aire de dispersion ne peut donc être exclue. Cependant, la coexistence de races différentes paraît être le cas le plus général, le phénotype dominant étant susceptible de varier, non seulement géographiquement mais encore localement au cours de l'année. Les faits observés dans des conditions expérimentales bien définies, appuient l'hypothèse d'une hétérogénéité génétique des populations de cette espèce.

SUMMARY

Diapausing pupae of *Diparopsis watersi* ROTHS were studied in the laboratory at Tikem (Tchad Republic).

Last instar larvae were collected in the field at the end of 1959 and allowed to pupate. Pupae were then kept at room temperature (27-32 °C), and emergences were recorded. Three peaks of emergences were apparent, corresponding to three different mean values for diapause (80, 155, 253 days respectively).

Batches of diapausing pupae kept at room temperature (27-32 °C) were transferred each month to a temperature of 36-39 °C for 30 days, and then brought back to room temperature. This made it possible, through differences in reaction to high temperature, to distinguish three phases which take place in the diapausing pupae. One can conclude according to the nomenclature of ANDREWARTHA, that the second stage in physiogenesis is inhibited by temperature of 36-39 °C, while neither its first stage nor morphogenesis are. There are suggestions of faster development at these temperatures for this two processes.

The multimodal nature of the emergence of moths from diapause pupae has not, up to now, been recognised. Examination of the results published by

different workers shows that none is opposed to the present conclusion; this supports the conception of biological races in populations of D. WATERSI expressed elsewhere.

The reported reactions of diapausing pupae to high temperature are in close agreement with those described in the related species D. CASTANEA.

BIBLIOGRAPHIE

ANDREWARTHA, H. G. — 1952. Diapause in relation to the ecology of insects. — *Biol. Rev.*, **27**, 50-107.

ARBUTHNOT, KD. — 1944. Strains of the european cornborer in the United States. — *Tech. Bull.* (869).

CASTEL-BRANCO, A. J. F. — 1955. Some remarks about *Diparopsis castanea* in Mozambique. — *Garcia de Orta*, **3**, 225-230.

DA SILVA BARBOSA, A. J. — 1954. A « Lagarta Vermelha » (*Diparopsis castanea* HMPS.) Biologia e métodos de combate. — *Mem. etra*, **19**, 37-84.

GALICHET, P. F. — 1961 *a*. — L'action du froid sur l'entrée en diapause chez la nymphe de *Diparopsis watersi* ROTHS (*Lep. Agrotidae*). — Sous presse.

GALICHET, P. F. — 1961 *b*. Caractère de la diapause dans une population de *Diparopsis watersi* ROTHS (*Lep. Agrotidae*). — Sous presse.

GEERING, Q. A. & A. F. H. BAILLIE. — 1954. The biology of red bollworm *Diparopsis watersi* ROTHS, in Northern Nigeria. — *Bull. ent. Res.*, **45**, 661-681.

GIFFARD, W. E. — 1929. The Sudan bollworm, *Diparopsis castanea* HAMP, in the Sudan. — *Bull. Welcome trop. Res. Lab., Ent. Sect.* (27), 17.

KING, H. H. — 1908. Report on economic entomology. — 3 *rd. Rep. Welcome Res. Lab.*, 201-248.

LE BERRE, J. R. — 1953. Contribution à l'étude biologique du criquet migrateur des Landes (*Locusta migratoria gallica* REM.). — *Bull. Biol.*, **87**, 227.

LEES, A. D. — 1955. The physiology of diapause in arthropods. — *Camb. Monogr. Exp. Biol.* (4), 151, Cambridge, Univ. Pr.

PEARSON, E. O. — 1958. The insect pests of cotton in tropical Africa. — London E.C.G.C. et comw. Inst. Ent.

PEARSON, E. O. & B. L. MITCHELL. — 1945. A report on the status and control of insect pests of cotton in the lower river districts of Nyassaland. — 48 p., Zomba, Govt. Printer.

POMEROY, A. W. J. — 1925. The cotton bollworms of southern Nigeria, 4 th Annu. — *Bull. Agric. Dep. Nigeria*, 89-108.

TANAKA, Y. — 1953. Genetics of the silkworm, Bombyx mori. — *Advanc. Genet.*, **5**, 239.

TUNSTALL, J. P. — 1958. The biology of the Sudan bollworm, *Diparopsis watersi* ROTHS in the Gash Delta, Sudan. — *Bull. ent. Res.*, **49**, 1-23.

(*I.R.C.T. Station de Tikem, République du Tchad*).

IMPRIMERIE NOUVELLE, Paris (146-61) *Le Gérant:* G. HANNEBICQUE
LE FRANÇOIS, (C. O. L. 15-0217). — Dépôt légal : 1er trim. 1961 : N° 151 P.